NGUYỄN VĂN PHIÊU - TS. NGUYỄN VĂN CHÁNH

CÔNG NGHỆ BÊ TÔNG NHẸ

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Một trong những vấn đề quan trọng nhất của tiến bộ khoa học - kĩ thuật xây dựng là vấn đề giảm khối lượng của kết cấu công trình, bởi vì giảm khối lượng của kết cấu công trình sẽ làm giảm đáng kể khối lượng của kết cấu móng từ đó làm giảm giá thành của các công trình xây dựng nhất là đối với các công trình cao tầng..

Thực tế cho thấy khi thay gạch đặc bằng gạch rỗng, bêtông tổ ong, silicát xốp hoặc bằng bê tông nhẹ với cốt liệu rỗng thì khối lượng của các tường bao che ngăn cách có thể giảm đi 2 - 5 lần; và nếu sử dụng các kết cấu bao che và ngăn cách nhiều lớp từ các vật liệu kết cấu, cách nhiệt, cách âm và chống cháy thì khối lượng tường sẽ giảm đi được 5 - 6 lần.

Ngoài việc giảm khối lượng của kết cấu, giảm chi phí lao động chế tạo và lắp ghép, còn cải thiện được các tính chất nhiệt kĩ thuật của kết cấu.... Điều đó, cho phép tiết kiệm được năng lượng trong khai thác và tạo nên khả năng lựa chọn các giải pháp kết cấu mới...

Hiện nay, ở nước ta chưa sản xuất được nhiều loại vật liệu cách âm, cách nhiệt và chống cháy từ khoáng, mà loại vật liệu này thường được làm từ vật liệu hữu cơ dễ kiếm...

*Cuốn **"Công nghệ bê tông nhẹ"** trình bày khá đầy đủ cơ sở công nghệ: công nghệ bêtông nhẹ và bêtông tổ ong. Sách sẽ giúp cho sinh viên của các trường cao đẳng, đại học theo học chuyên ngành "Sản xuất vật liệu, cấu kiện và kết cấu xây dựng", các chuyên ngành có liên quan khác, nghiên cứu sâu hơn các vấn đề liên quan tới việc tổ chức đúng đắn các quá trình công nghệ. Nó cũng bổ sung cho các giáo trình cơ bản của các môn học "Công nghệ vật liệu cách nhiệt", "Công nghệ các cấu kiện bêtông và bêtông cốt thép" và làm tài liệu tham khảo khi làm đồ án môn học và tốt nghiệp. Ngoài ra, sách còn giúp cho các kĩ sư công nghệ xây dựng, các kĩ sư xây dựng, các nhà sản xuất vật liệu nhẹ và cấu kiện hiểu biết sâu hơn, sử dụng có hiệu quả hơn vật liệu cách âm, cách nhiệt, chống cháy.*

Sách gồm 3 phần: chương 1, 2, 3 (phần I), 1 (phần II), 2, 4 (phần III) do TS Nguyễn Văn Chánh chủ nhiệm bộ môn Vật liệu xây dựng, Khoa Kỹ thuật xây dựng Trường Đại học Bách khoa, thành phố Hồ Chí Minh viết; Chương 4, 5 (phần I), 2 (phần II), 1, 3 (phần III) do Nguyễn Văn Phiêu viết.

Các tác giả xin bày tỏ sự biết ơn sâu sắc đối với các cơ quan và các cá nhân đã giúp đỡ trong việc biên soạn quyển sách này. Đặc biệt cám ơn PGS. TS. Vũ Minh Đức chủ nhiệm Khoa Vật liệu xây dựng Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã đọc và góp ý cho bản thảo.

Với lòng mong muốn cung cấp công nghệ và phục vụ bạn đọc, song năng lực có hạn, mà vấn đề lại khá phức tạp, vì vậy trong quá trình biên soạn hẳn không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả mong các đồng nghiệp và độc giả chỉ giáo bổ sung để cuốn sách ngày càng hoàn thiện hơn.

Các tác giả

Phần I

BÊTÔNG XỐP VÀ SILICÁT XỐP

Chương 1

CÁC LOẠI BÊTÔNG NHẸ VÀ CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA CHÚNG

Bêtông xốp (hay bêtông tổ ong) đó là vật liệu đá nhân tạo. Chúng có rất nhiều các lỗ rỗng nhỏ, lớn dạng lỗ (hố) với các dạng mao dẫn khác nhau. Các loại bêtông này có được do quá trình cứng rắn hay hoá hợp thủy nhiệt của hỗn hợp ximăng, của chất kết dính hỗn hợp hay chất kết dính vôi - cát, được trộn với nước và tạo rỗng, cùng với các loại vi cốt liệu phân tán khác nhau. Khi gia công nhiệt ẩm các cốt liệu này tác dụng tương hỗ tích cực với vôi và các sản phẩm thủy hoá của ximăng.

Bêtông xốp được phân biệt:

1. Theo dạng của chất tạo rỗng được dùng:

a) Gasbêtông (bêtông khí) và gassilicát (silicát khí). Các lỗ rỗng của chúng được tạo nên do sự nở phồng của khối bởi các gas được tách ra trong thời gian ninh kết của nó;

b) Bêtông bọt và silicát bọt (các lỗ rỗng được tạo nên nhờ các bọt của khối được tạo bọt hay trộn nó với bọt đã được chế tạo trước);

c) Gasbêtông bọt và gassilicát bọt (các lỗ rỗng được tạo nên bởi sự nở phồng của khối đã được tạo bọt);

2. Theo loại chất kết dính được dùng:

a) Gasbêtông và bêtông bọt được chế tạo với việc dùng ximăng poóclăng, ximăng nefelin hay ximăng xỉ với phụ gia hay không có phụ gia vôi và thạch cao;

b) Gassilicát và silicát bọt (silicát xốp) với việc dùng vôi trong hỗn hợp với thạch cao hay không có nó (hàm lượng cho phép clinker ximăng không quá 10%);

c) Thạch cao khí và thạch cao với việc dùng thạch cao;

d) Manhêzít khí và manhêzít bọt với việc sử dụng chất kết dính manhê.

Nếu như trong hỗn hợp (khối) xốp có chứa tro hay xỉ, thì các vật liệu được chế tạo như thế được gọi là: "bêtông tro khí", "bêtông xỉ khí", "bêtông tro bọt", v.v...

Chúng ta còn biết nhiều bêtông xốp với các cốt liệu rỗng khác nhau. Thí dụ, bêtông kêrămzít, bêtông đá bọt, bêtông aglôporít cứng rắn trong điều kiện nhiệt độ thường cũng như trong các thùng chưng hấp (áptôclap);

3. Theo đặc trưng cứng rắn:

a) Cứng rắn tự nhiên (trong rất nhiều trường hợp quá trình cứng rắn như thế không thật kinh tế do thời gian của nó quá dài và biến dạng co ngót lớn);

b) Cứng rắn dưới áp suất thường, trong các bể dưỡng hộ, trong các khuôn nhiệt (đốt nóng tiếp xúc), trong các khuôn đặc biệt với đốt nóng bằng điện, v.v...

c) Cứng rắn do thủy hoá của ximăng poóclăng hay hoá hợp thủy nhiệt (trong trường hợp dùng các cấu tử vôi - cát nghiền trong các thùng chưng hấp dưới áp lực cao;

d) Cacbonát hoá, cứng rắn trong các buồng kín dưới tác dụng của khí cacbôníc;

e) Cứng rắn hỗn hợp, nghĩa là kết hợp các phương pháp khác nhau (a - e).

Các loại bêtông xốp có khối lượng thể tích ở trạng thái sấy khô đến khối lượng không đổi (kg/m^3): cách nhiệt 250 - 500, cách nhiệt - kết cấu - từ 500 đến 900 và kết cấu từ 900 đến 1200. Bêtông xốp với khối lượng thể tích dưới 350 kg/m^3 thuộc vật liệu xây dựng nhẹ cách nhiệt, còn với khối lượng thể tích 400 - 600kg/m^3 - thuộc vật liệu cách nhiệt nặng.

Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến phẩm chất của bêtông xốp và silicát xốp. Chúng gồm có:

1. Chất lượng của vôi (hàm lượng của các ôxýt hoạt tính CaO + MgO; nhiệt độ tôi, thời gian tôi, hàm lượng "cục quá lửa"), của ximăng poóclăng, của cấu tử silíc ôxýt (hàm lượng SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3, các vật chất sét v.v...);

2. Tỷ lệ giữa các tỷ lệ của cấu tử silíc ôxýt và vôi; của cấu tử silíc ôxýt và ximăng; của cấu tử silíc ôxýt và chất kết dính hỗn hợp; của vôi và ximăng trong chất kết dính hỗn hợp;

3. Đặc tính và lượng dùng tỷ đối của các chất tạo rỗng và cấu trúc vĩ mô mới xuất hiện;

4. Độ phân tán của các cấu tử, thường được xác định theo tỷ diện tích bề mặt và thành phần hạt của các cấu tử (lượng sót trên sàng 0,09 và 0,63, lượng lọt qua sàng 0,063);

5. Tỷ lệ của các cỡ hạt của hỗn hợp nguyên liệu, có các tỷ diện tích bề mặt khác nhau và diện tích bề mặt của cấu trúc vĩ mô mới xuất hiện;

6. Tỷ lệ nước trên vật chất rắn;

7. Chiều cao và kích thước của khuôn;

8. Nhiệt độ của khối trong khi bắt đầu và kết thúc quá trình nở phồng;

9. Các thao tác và chế độ công nghệ: khi trộn các cấu tử của hỗn hợp bêtông xốp (máy trộn trục đứng, turbin, chấn động, thủy động, v.v...); khi nở phồng (rót, chấn động, xung động, lắc đẩy); khi vận chuyển từ vị trí tạo hình đến vị trí cắt đầu thừa, khi gia công nhiệt sơ bộ, cắt và tổ hợp để đưa vào áptôclap;

10. Các biện pháp và chế độ gia công nhiệt ẩm (có tính đến tính khối lớn);

11. Biện pháp và phương tiện để có được các cấu kiện với mức độ hoàn thiện cao (trát hoàn thiện; chỉnh sửa v.v..).

Để đánh giá khách quan về sự đúng đắn của cấp phối được lựa chọn của bêtông xốp, của các thao tác và chế độ công nghệ khi chế tạo nó, người ta áp dụng mô hình toán học với việc sử dụng các phương pháp toán - thống kê của quy hoạch thực nghiệm. Nhưng thậm chí với điều kiện mô hình toán học thì cũng cần phải chế tạo trên 45 seri mẫu, khác biệt nhau theo các tham số khác nhau.

Việc chế tạo bêtông xốp và silicát xốp, cũng như các loại bêtông khác (nặng, nhẹ, chịu nhiệt, v.v..) với độ đồng nhất cao có ý nghĩa rất lớn đối với việc sản xuất các cấu kiện chất lượng cao.

Căn cứ vào cường độ bêtông xốp được chia thành các mác. Mác của bêtông xốp là chỉ tiêu nhỏ nhất của khoảng, được quy định bởi những điều kiện kỹ thuật, của cường độ chịu nén, trong nó có giá trị trung bình của các giới hạn cường độ chịu nén, thu được do thí nghiệm các mẫu lập phương 10 ×10×10cm hay các mẫu loại và kích thước khác (với việc sử dụng hệ số tương ứng), được gia công nhiệt ẩm tương ứng hay được cứng rắn trong những điều kiện ẩm tiêu chuẩn trong thời gian 28 ngày đêm. Bêtông xốp thuộc loại vật liệu giòn. Các tính chất đàn hồi dẻo của chúng được đặc trưng bởi hệ số đàn hồi:

$$E = \frac{\varepsilon_{dh}}{\varepsilon_{tp}}$$

Trong đó: ε_{dh} và ε_{tp} - biến dạng đàn hồi và biến dạng tương đối toàn phần, được xác định với $\sigma = 0{,}5R$ đối với các lăng trụ từ bêtông xốp, được thí nghiệm với thời gian chịu đựng ở mỗi mức (cấp) tải trọng 5 và 15 phút.

Thông thường đối với bêtông xốp $E = 0{,}92 \div 0{,}97$.

Độ dẫn nhiệt của bêtông xốp về căn bản phụ thuộc vào khối lượng thể tích của nó và vào hàm lượng ẩm trong nó. Đối với các mẫu ở trạng thái khô độ dẫn nhiệt ở 18°C thường gần bằng các trị số sau đây hay nhỏ hơn chúng:

Khối lượng thể tích, kg/m^3	170 - 200	300-400	500	600	700	800	900	1000
Độ dẫn nhiệt, W/(m.°C)	0,062	0,093 - 0,105	0,116 - 0,128	0,1 44	0,151 - 0,163	0,174 - 0,198	0,186 - 0,233	0,209 - 0,250

Bêtông xốp với khối lượng thể tích 300 - 500 kg/m^3 thuộc loại vật liệu dẫn nhiệt trung bình, còn với khối lượng thể tích dưới 700 - 800kg/m^3 thuộc vật liệu cách nhiệt với độ dẫn nhiệt cao. Khi bị làm ẩm độ dẫn nhiệt của bêtông xốp tăng và có thể xác định được theo công thức:

$$\lambda_{tt} = \lambda_{khô}\left(1+\frac{W.\delta_w}{100}\right)$$

Trong đó:

λ_{tt} - độ dẫn nhiệt tính toán;

$\lambda_{khô}$- độ dẫn nhiệt tính toán của bêtông xốp khô;

δ_w- sự tăng thêm của độ dẫn nhiệt trên 1% độ ẩm thể tích, %;

W- độ ẩm của vật liệu, % theo thể tích.

Các trị số của δ_w đối với các loại bêtông xốp như sau (%):

Khối lượng thể tích (kg/m^3)	δ_w
300	8,2
500	7,2
700	6,3
800	4,5
1000	4
1100	3
1200	2,8

Những nghiên cứu gần đây nhất chỉ ra rằng, độ dẫn nhiệt tương đương (nghĩa là tính đến trao đổi nhiệt và trao đổi khối lượng) không những chỉ phụ thuộc vào độ ẩm và nhiệt độ, mà còn vào sự chênh lệch nhiệt độ, với vật liệu tham gia vào trao đổi nhiệt và trao đổi khối lượng trong mỗi khoảng thời gian không lớn, cũng như vào tốc độ tăng hay giảm của nhiệt độ trong khoảng thời gian ấy của cấu kiện. Với bề dày yêu cầu của cấu kiện người ta lấy trị số của độ dẫn nhiệt, tính đến độ ẩm tương đương, bằng 8% theo thể tích.

Độ hút nước và độ ẩm của bêtông xốp phụ thuộc vào khối lượng thể tích của nó và độ ẩm của không khí (bảng I.1).

Bảng I.1. Độ ẩm và độ hút nước của các loại bêtông xốp

Khối lượng thể tích, $\gamma_{khô}$, kg/m^3	Lượng ẩm hấp thụ theo thể tích ở độ ẩm tương đối của không khí, % theo khối lượng					Độ ẩm theo thể tích qua 3 - 4 ngày đêm ngâm từ từ trong nước,	
	40	60	80	97	100	Dùng cốt liệu silíc ôxýt	Dùng tro
300	0,7	1,1	1,5	2	3,1	21	30
500	1,4	1,8	2,9	6,2	9,4	26	36
700	2	2,6	4	8,5	12	30	41
900	2,8	3,4	5,2	12	16	35	45
1000	3,2	3,8	6	13	18	38	48

Độ ẩm tương đối φ của không khí càng cao, thì độ ẩm của bêtông xốp càng cao.

Độ ẩm theo khối lượng được tính đổi theo công thức (%):

$$W_{ẩm} = \frac{1000W_0}{\gamma_{khô}}$$

Khi tính toán bề dày của kết cấu, người ta lấy hàm lượng ẩm theo thể tích trong bêtông xốp từ 8 đến 12%, còn trong kết cấu mái lấy trên 15%.

Hệ số giãn nở dài vì nhiệt theo nhiều số liệu khác nhau biến động từ 8.10^{-6} đến $8,8.10^{-6}$, còn khi đốt nóng từ 20- 80 đến 20-260°C từ $11,6.10^{-6}$ đến $10,67.10^{-6}$ độ $^{-1}$.

Độ co ngót của bêtông xốp khi cứng rắn trong không khí với khối lượng thể tích 600 - 800kg/m³ ở tuổi 300 ngày đêm đạt 5mm/m và với khối lượng thể tích 1300kg/m³ đạt 2mm/m. Bêtông xốp chưng hấp trong áptôclap có độ co ngót từ 0,05 đến 0,4mm/m, silicát bọt gần 0,65mm/m và gasbêtông từ 0,1 đến 0,5mm/m. Khi nước trên vật chất rắn giảm thì độ co ngót giảm.

Độ dính kết (dính bám) của bêtông xốp với cốt thép là 1,6 - 2,5 MPa khi khối lượng thể tích 700 - 800kg/m³, thêm vào đó số thứ nhất thuộc các mẫu qua ba tháng sau khi gia công nhiệt ẩm trong áptôclap, còn số thứ hai thuộc các mẫu qua 6 tháng. Khi có mặt lớp bọc chống gỉ phụ thuộc vào môi trường khai thác cường độ dính kết theo chính các số liệu ấy giảm đi 20 - 25%.

Các loại bêtông xốp có các hệ số thấm hơi nước và thấm không khí sau đây (bảng I.2)

Bảng I.2. Giá trị của các hệ số

Khối lượng thể tích, $\gamma_{khô}$, kg/m³	Hệ số	
	Của độ thấm hơi nước μ. 10².g/m.giờ.Pa (g/m.giờ.mm cột thủy ngân)	Độ thấm không khí i. 10³, g/(m.giờ.Pa). [kg/(m.giờ.mm cột nước)]
300	0,0248 (3,3)	0,92(9)
400	0,0203 (2,7)	0,72 (7)
500	0,0169 (2,25)	0,5 (5)
600	0,0132 (1,75)	0,35 (3,5)
700	0,0117 (1,55)	0,26 (2,5)
900	0,0105 (1,4)	0,15 (1,5)

Độ bền nhiệt của các loại bêtông xốp cao hơn của các loại bêtông nặng.

Chương 2

CÁC QUÁ TRÌNH VẬT LÝ VÀ HOÁ LÝ TRONG SẢN XUẤT BÊTÔNG XỐP

Các loại bêtông xốp được chế tạo từ khối dẻo (các huyền phù nồng độ cao, có các tính chất của các hệ đàn hồi nhớt dẻo), bằng cách cho các bọt không khí vào hay bị nở phồng trong quá trình ninh kết tạo nên các bọt khí (gas) trong chúng.

Cấu trúc rỗng của khối của các loại bêtông xốp và silicát xốp được tạo nên do:

1. Tạo bọt khối, cho chất tạo bọt vào trong nó;

2. Trộn hỗn hợp với bọt đã được chế tạo trước;

3. Tạo khí trong thời kỳ ninh kết của hỗn hợp.

Nở phồng của hỗn hợp nhớt dẻo là kết quả của quá trình xảy ra đồng thời của các phản ứng hoá học, thí dụ, của bột nhôm và kiềm (hyđrát ôxýt canxi và dung dịch kiềm natri, v.v...) trong sự có mặt và tham gia của nước và quá trình hoá lý của sự ninh kết của hỗn hợp này. Có thể xem xét sự tác dụng tương hỗ giữa các phần tử của bột nhôm với hyđrát ôxýt canxi theo phản ứng hoá học sau đây:



$$2Al + 3Ca(OH)_2 + 6H_2O = 3CaO.Al_2O_3 . 6\,H_2O + 3H_2 = 1260\ kJ/g.mol.$$

Biết được khối lượng phân tử (Al - 27; Ca- 40,1; O -16; H-1 và C -12), có thể tính được rằng: Cho 54 phần theo khối lượng của Al yêu cầu phải tốn 222,3 phần theo khối lượng của $Ca(OH)_2$ và 108 phần theo khối lượng của nước. Sản phẩm của phản ứng (theo khối lượng) sẽ là 378 phần $3CaO.\ Al_2O_3.\ 6H_2O$ và 6 phần H_2. Sự tách khí bắt đầu với nồng độ ban đầu xác định các ion hyđrô (PH) của khối (12,9 - khi dùng vôi sống và 8 - cũng dùng vôi sống, nhưng ở 40°C).

Cơ chế nở phồng của khối như sau: Ngay sau khi tiếp xúc của các phần tử của bột nhôm với dung dịch nước của vôi và với sự đạt được nhiệt độ không dưới 35°C (theo một số số liệu - không dưới 20°C) bắt đầu sự tách của hyđrô. Ở trong các vùng gần kề với các phần tử của bột nhôm được tạo nên áp lực của gas, nó tác động lên khối nhớt dẻo. Nhưng cho đến khi nào mà lực do gas tạo nên không vượt quá ứng suất chuyển vị giới hạn τ_o, thì khối sẽ không nở phồng được. Ngay sau khi giá trị của ứng suất chuyển vị giới hạn của khối nhỏ hơn lực, do gas tạo nên, thì bắt đầu sự nở phồng. Khi tổ chức đúng đắn quá trình công nghệ thì nó xẩy ra cho đến khi nào trong khối hoàn toàn không còn bột nhôm nữa. Trong suốt quá trình nở phồng khối phải có độ nhớt dẻo η_d vừa đủ,

nếu khác đi thì các bọt gas sẽ bị phá vỡ và gas sẽ thoát ra khỏi khối vô ích. Trong rất nhiều trường hợp khi mà sự chọc thủng của gas ra khỏi khối kết thúc sớm hơn khi khối đạt được độ nhớt dẻo cần thiết, thì nó sẽ bị sẹp (lắng xuống). Sự sử dụng chất tạo khí đạt được hoàn toàn hơn trong trường hợp, khi mà sự tách gas kết thúc sớm hơn lúc khối mất độ lưu động cần thiết, nghĩa là sớm hơn khi đạt được các trị số tới hạn nhất định của ứng suất chuyển vị giới hạn và độ nhớt dẻo của khối. Ứng suất chuyển vị giới hạn τ_o là ứng suất lớn nhất trong tất cả các ứng suất tĩnh, có thể trong hệ này. Nó được đặc trưng bởi các chỉ số của áp lực tối thiểu đó, mà nó có thể gây nên sự bắt đầu chuyển dịch của khối nhớt - dẻo. Các giá trị của τ_o và η_d tăng theo mức độ ninh kết của khối xốp, liên quan với điều đó khi xác định các tính chất lưu biến người ta tính đến sự thay đổi của chúng theo thời gian.

Các yếu tố làm giảm tương đối ứng suất chuyển vị giới hạn khi chấn động, cũng như độ nhớt dẻo của khối và làm tăng độ tạo khí do mở rộng hơn bề mặt hoạt tính hoá học và tách nhanh hơn các sản phẩm của phản ứng đã đặt cơ sở cho công nghệ chế tạo bêtông khí chấn động.

Ở một số nhà máy đồng thời người ta sử dụng công nghệ rung chu kỳ. Thí dụ, ở nhà máy bêtông cốt thép N°1 của Riga người ta tạo hình các cấu kiện từ hỗn hợp bêtông khí có độ chảy theo Sutard 11cm, chấn động được thực hiện theo chu kỳ với thời gian 2 - 2,5 phút, mặc dù khuôn ở trên bàn rung 10 - 12 phút. Nhưng không dùng gia trọng.

Hiện nay để ngăn ngừa bột nhôm nổi lên trên bề mặt của khối thuỷ, người ta cho thêm phụ gia của các chất hoạt tính bề mặt (nhũ tương nhựa thông, xà phòng, sulfanôl, phụ gia tăng dẻo các loại). Chúng tạo nên các bề mặt được làm ướt trên ranh giới giữa paraphin và nước, kết quả là các hạt (phần tử) của bột nhôm chìm trong nước. Theo một số số liệu, khi dùng các chất hoạt tính bề mặt (nhũ tương nhựa thông 0,5l cho $1m^3$ bêtông khí với khối lượng thể tích $300kg/m^3$) các lỗ rỗng có kích thước 0,15 - 0,2 mm so với khi không dùng chất hoạt tính bề mặt.

Quá trình tạo khí cũng xuất hiện do tác dụng của nước và dung dịch nước của vôi và kiềm với nước ôxy già, CaC, bột kẽm, v.v...

Sự ninh kết của hỗn hợp được đặc trưng bởi sự tăng độ nhớt của nó, được bắt đầu qua một vài phút sau khi chế tạo và kết thúc sau đó một vài giờ, còn trong trường hợp dùng chấn động kết hợp thì sau một vài phút.

Ninh kết của hồ ximăng là kết quả của sự tạo thành trong khoảng không rỗng của nó, ban đầu chứa đầy nước và của sự tạo thành dạng của các phần tử dạng gel, của các phần tử rất nhỏ có hình dạng của dạng sợi, tơ và dạng tấm. Kết quả là trong những giờ đầu cấu trúc có được ban đầu như thế với cường độ rất nhỏ về căn bản gồm các hydrôaluminát và hydrôsulfôaluminát canxi.

F. M. Lee đã chỉ ra rằng, các phần tử cực nhỏ của ximăng đã ninh kết có kích thước rất nhỏ, khoảng gần 100Å, gần với kích thước của các phần tử keo. Cho nên, tỷ diện tích bề

mặt của khối đã ninh kết rất lớn. Theo ý kiến của ông, chính sự tăng tỷ diện tích bề mặt tạo nên hiệu quả ninh kết của khối. Quá trình ninh kết có thể thúc đẩy bằng cách cho thêm nhôm ôxýt sulfát, nước ôxy già, canxiclorua, nhôm clorua và các vật chất khác vào. Thủy tinh lỏng có thể thúc đẩy hay làm chậm quá trình ninh kết trong các khối vôi - cát.

Hỗn hợp bêtông xốp cứng rắn do các quá trình phức tạp của tác dụng tương hỗ giữa các cấu tử của hỗn hợp nguyên liệu trong pha lỏng, cũng như trong pha rắn, nhưng cũng có mặt của nước. Thực chất quá trình cứng rắn bắt đầu trong quá trình chuyển đổi của khối từ trạng thái nhớt - dẻo sang trạng thái đàn hồi dẻo.

Theo lý thuyết của A. A. Baikôp, bất kỳ vật chất khoáng cứng rắn nào đều phải qua thời kỳ của trạng thái keo(1), thậm chí hỗn hợp ximăng hoá đã cứng rắn chứa sự thành tạo tinh thể, các thành tạo tinh thể này cũng hoà tan trong nước. F. M. Lee cho rằng, các quan điểm mâu thuẫn của P. Lê- Xatelie và Mihaelis, những người đã đưa ra sự giải thích khác của các quá trình cứng rắn, khác A. A. Baikốp, xuất hiện là vì, lý thuyết thứ nhất phản ánh bản chất tinh thể của ximăng đã ninh kết, còn lý thuyết thứ hai phản ánh tỷ diện tích bề mặt lớn.

Ở Hội nghị thế giới lần thứ VI về hoá ximăng, được tổ chức ở Matxcơva (tháng 9 năm 1974), sau khi tổng kết các kết quả nghiên cứu của các nhà bác học khác nhau, Lôkher và Rihart đã mô tả quá trình thủy hoá của ximăng poóclăng như sau: Ngay sau khi cho nước vào ximăng được tạo nên dung dịch bọt, nó bão hoà tương đối hyđrôôxýt canxi và chứa các ion sulfát của hyđrôôxýt canxi và của các kiềm; cũng theo P. P. Butnhikốp, hàm lượng không lớn của silíc ôxýt, nhôm ôxýt và sắt ôxýt. Từ dung dịch này với tư cách là những chất mới tạo thành đầu tiên là các êtrigít ($3CaO.\ Al_2O.\ 3CaSO_4.\ 32H_2O$) và $Ca(OH)_2$ được kết tủa. Khoảng sau một giờ bắt đầu xuất hiện các sợi của hyđrôsilicát canxi rất nhỏ. Trong thời kỳ này của quá trình thủy hóa hyđrôsilicát canxi có thể lớn lên thành các sợi dài hơn (đôi khi có hình dạng ống nhỏ), chúng đi qua các lỗ rỗng dưới dạng các quả cầu nhỏ và dần dần chia cắt chúng. Khoảng 7 - 28 ngày đêm cứng rắn ở điều kiện tiêu chuẩn tất cả các lỗ rỗng từ từ được lấp đầy bởi các sản phẩm thủy hoá tiếp theo, thêm vào đó, trong trường hợp này gel hyđrôsilicát canxi được tạo thành dưới dạng các sợi ngắn. Ở cuối thời kỳ thủy hoá trong hồ ximăng đã cứng rắn có C-S-H-gel, $Ca(OH)_2$, $4CaO(Al_2O_3.Fe_2O).13H_2O$, cũng như mônôsulfát $3CaO.Al_2O_3.CaSO_4.12H_2O$, được tạo thành từ êtrigít.

Sau khi nghiên cứu hình thái học của đá đã cứng rắn và xem xét cấu trúc vi mô của nó với độ lớn trong kính hiển vi điện tử quang học, các nhà nghiên cứu đi đến các kết luận khác nhau.

- Kauplend và Verbek cho rằng, hồ ximăng đã cứng rắn gồm các sản phẩm keo của thủy hoá và không phải keo $Ca(OH)_2$, các tinh thể của hyđrôaluminát canxi thường được

---

(1) Các phần tử có kích thước từ 10 đến 2000Å - các phần tử keo.

gặp ở dạng các tấm nhỏ lục giác hay là các trụ nhỏ. Thêm vào đó, theo ý kiến của họ, các tổ hợp tròn là dạng đặc trưng của hình thái học đối với khối cơ bản của hồ.

- Theo ý kiến của K. E. Gorainốp, A. N. Chactnưi, C. A. Zêliona, đối với đá ximăng cấu trúc khác nhau được đặc trưng bởi hàm lượng ưu thế của các phần tử keo. Trên phim các mẫu của một sêri với độ khuếch đại 23400 lần thấy rõ các tổ hợp dạng hình cầu và ở dạng khối elip quay với kích thước dưới 100Å và đến 20000Å và các lỗ rỗng kích thước khác nhau, nhưng được nhìn thấy rõ là các lỗ rỗng mao quản kích thước từ 1000 đến 7000Å. Rất ít gặp các vùng, trong chúng ở xung quanh các khối keo C-S-H-gel phân bố không theo trật tự, với các lỗ rỗng rõ rệt, thấy được các tinh thể dưới dạng các khối lập phương 1000×1000×1000Å, các bản mỏng 2000×8000×30000Å và các thanh trụ hình kim đường kính 3000 và 5000Å và dài 50000 - 60000Å. Đó là các tinh thể $Ca(OH)_2$; $4CaO.Al_2O_3.13H_2O$, hyđrôgranát $3CaO.(Al_2O_3.Fe_2O_3).nSiO_2.(6-n)H_2O$; $CaCO_3$, C-S-H-(1).

- Ở các mẫu của một sêri khác, người ta quan sát thấy cấu tạo lớp với cấu trúc dạng tấm và sự có mặt của các tổ hợp dạng tròn với kích thước trong mặt cắt ngang 600 - 800 Å, số lượng của chúng sau bốn giờ đốt nóng ở 80°C tăng lên. Bằng phương pháp thăm dò quang phổ vi mô người ta đã xác định được sự có mặt của Al và Fe trong C-S-H-gel. Như vậy, đá ximăng có cấu trúc vi mô thay đổi theo điều kiện tạo hình, thời gian, điều kiện cứng rắn và cuối cùng vào loại ximăng.

Theo lý thuyết cứng rắn của P. A. Rêbinder, ninh kết và cứng rắn của ximăng là tổ hợp của các quá trình thuỷ hoá, tự phân tán (nghiền nhỏ) của các phần tử chất kết dính, sự tạo thành các cấu trúc của lưu biến dạng keo và sự phát triển các cấu trúc tinh thể trên cơ sở của các hyđrát mới được tạo thành bằng cách kết tinh hoá qua dung dịch bão hoà.

Cơ chế tạo thành cấu trúc đá silicát do kết quả của quá trình hoá hợp thủy nhiệt trong áptôclap. Khi làm sáng tỏ vấn đề này cần phải ghi nhận các công trình của P. P. Budnhikốp, P. H. Gorskôp, S. A. Mirônôp, S. A. Krzeminski, Timôxeva, F. Teylor, F. M.Lee, Đ. Bernal, Đ. Kalôusel, V. Xatave, v.v...

Quá trình tạo thành các hyđrôsilicát canxi từ hỗn hợp vôi và cấu tử silíc ôxýt xảy ra trong hỗn hợp silicát bằng hai cách: Tách các sản phẩm thủy phân và thủy hoá của các phần tử của cấu tử silíc ôxýt qua pha lỏng và không tách chúng ra - do phản ứng trong pha rắn, nhưng với sự có mặt của pha lỏng.

Trong trường hợp đầu dung dịch nước của vôi với độ mạnh không đồng đều, do điều kiện tiếp xúc khác nhau với các hạt của cấu tử silíc ôxýt và nồng độ khác nhau trong nó trong các vùng vi mô riêng biệt, tác dụng với silíc điôxýt, kết quả là tạo nên gel silicát canxi giầu vôi. Ngoài ra, trong pha lỏng có hyđrô ôxýt canxi chưa tham gia phản ứng. Phần còn lại của các hợp chất này ở dạng của các ion hay những nguyên tử không hoá hợp, do nồng độ khác nhau, độ dẫn nhiệt, dẫn ẩm và các nguyên nhân khác gây nên

chuyển động của pha lỏng trong các lỗ rỗng (với đường kính trên 1000 Å, tương phản 50 - 1000 Å và dạng gel dưới 50 Å), chuyển dịch sang vòng khuếch tán, không nhận thêm các phần tử silíc ôxýt nữa và chỉ chứa đầy dung dịch bão hoà vôi. Trong bất kỳ thời điểm nào, bất kỳ vùng tế vi nào đạt được tỷ lệ nhất định, nhưng khác với ở vùng bên cạnh, giữa các nồng độ của các ion canxi, các hàm lượng của gel và các ion tác dụng với các hạt silíc ôxýt. Trong trường hợp này tạo nên điều kiện để tạo thành trong vùng tế vi xung quanh pha lỏng của quá trình kết tinh các mầm tinh thể, thúc đẩy sự tác dụng tương hỗ với silíc điôxýt. Trong pha lỏng đang xảy ra phản ứng chứa càng nhiều gel silicát canxi CaO dạng keo, thì chúng càng hoạt tính hơn đối với silíc điôxýt của cát nghiền. Khi chấn động pha lỏng chuyển dịch mạnh mẽ hơn. Khi nhiệt độ tăng độ hoà tan của thạch anh tăng. Nồng độ giới hạn của quăz ở nhiệt độ 160°C là 0,07, còn ở nhiệt độ 200°C - 0,24 g/*l*. Độ hoà tan của canxi ôxýt ở 150°C là 0,17, còn ở 190°C - 0,08 g/*l*. Liên quan với điều đó trong thời kỳ đầu của quá trình gia công nhiệt trong áptôclap hyđrôsilicát canxi nhiều bazơ được tạo thành C_2SH_2 hay C_2SH(A). Hợp chất của loại này tồn tại cho đến khi dung dịch bão hoà vôi. Sau khi liên kết thành hyđrôsilicát nồng độ của silíc điôxýt trong pha lỏng tăng do silíc điôxýt hoà tan. Khi nồng độ CaO trên 0,12g/*l* thì xuất hiện C_2SH(A), từ 0,85 đến 0,12g/*l* CSH (B) được tạo thành, còn ở nồng độ dưới 0,85 CaO/*l* - C_6S_6H. Cùng với sự tăng nồng độ silíc điôxýt đến giới hạn nhất định trong dung dịch sẽ hoà tan hyđrôsilicát nhiều bazơ và tạo thành hyđrôsilicát ít bazơ. Theo các số liệu của Xepvinski, β - hyđrôsilicát hai canxi đã được tạo thành ở 150°C, ở trong trạng thái cân bằng với dung dịch, chứa 0,23g CaO/*l* và 0,015 SiO_2/*l*. S.A.Krêminsk đã khẳng định sự tạo thành hyđrô silicát canxi ít bazơ trực tiếp từ CaO và SiO_2.

Trong trường hợp thứ hai, phần của axít cao phân tử silíc đã được tạo thành do tác dụng của dung dịch nước vôi lên bề mặt của các hạt, gồm silíc ôxýt, không chuyển dịch khỏi các lớp bề mặt của các hạt cát, mà do hoạt tính hoá học đối với vôi, nó tác dụng tương hỗ với vôi và cũng tạo thành hyđrôsilicát canxi trực tiếp ngay tại chỗ, nghĩa là phản ứng xảy ra bằng con đường kiểu hoá học. Bởi vì quá trình ninh kết của vôi với silíc ôxýt sảy ra trong vùng khuếch tán qua pha lỏng rất chậm, cho nên xuất hiện giả thiết rằng, đặc trưng kiểu phản ứng hóa học đóng vai trò không quan trọng.

Nhờ kính hiển vi điện tử quang học T. Đ. Liubimôva và P.A. Rêbinder đã xác định được rằng, các tinh thể của tinh thể hyđrôsilicát dạng sợi đã được tạo thành do thủy hoá C_3S về căn bản lớn lên vuông góc với bề mặt của các hạt thạch anh. Tính đa dạng về hình dạng và kích thước của các tinh thể, các mầm tinh thể chỉ ra sự tồn tại của sự khác biệt cục bộ trong điều kiện tạo thành, nuôi dưỡng và lớn lên trong động học bão hoà khi các mẫu không được lèn chặt đầy đủ.

Trên ảnh của đá silicát từ hỗn hợp vôi - cát, được thực hiện ở nước Tiệp Khắc nhờ kính hiển vi điện tử quang học Tesla với độ khuếch đại 2500 lần, người ta đã quan sát được hàng rào của các tinh thể hình kim của các hyđrôsilicát canxi, khối lượng cơ bản

của chúng lớn lên vuông góc với bề mặt của các hạt cát. Kích thước của các hạt cát 20μm, lớp của chất mới tạo thành (chiều cao của các tinh thể dạng hình kim gần 4μm), của các lỗ rỗng gần 6μm. Với độ khuếch đại 6000 lần người ta cũng quan sát được chất mới tạo thành ở dạng "rừng" của các đũa siêu vi mô với các vòng nhẫn tròn.

Kết quả của nhiều công trình nghiên cứu bằng kính hiển vi điện tử, cũng như các tài liệu đã được công bố trước đây khẳng định ý kiến mà tác giả đã trình bày về quan hệ giữa các hạt nhân chưa tham gia phản ứng của các hạt cát, tạo nên chất mới tạo thành, từ chúng được tạo nên các "cầu nhỏ".

Đôi khi để nghiên cứu bản thể luận của sự phát sinh, phát triển và sự thay đổi của chất mới tạo thành dạng tinh thể riêng biệt của đá ximăng, có được do gia công nhiệt ẩm trong áptôclap, người ta sử dụng các phương pháp kết hợp: để đồng nhất chất mới tạo thành người ta dùng phân tích pha rơnghen và phân tích quang phổ, còn việc nghiên cứu hình thái học của chất mới tạo thành trong quá trình hình thành và nguồn gốc của vi cấu trúc người ta tiến hành trên các kính hiển vi điện tử của hãng Cambridg Stereoskan hay của hãng Hatachee mác G. S. M của Anh bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quang học.

Theo Đ. Kalousek, khi gia công nhiệt trong áptôclap các hỗn hợp vôi - cát được tạo thành các hydrôsilicát sau:

Hydrôsilicát canxi	Thành phần hoá học	Tỷ lệ mol của ôxýt canxi trên mol của silic điôxýt C:S
C_3SH_2	$C_3SH_{1,3-2}$	3
$C_2SH(A)$	$C_2SH_{0,9-1,25}$	2; không sợ CO_2
$C_2SH(B)$	$C_2SH_{0,1-1}$	2
C_2SH (C)	$C_2SH_{0,3-1}$	2; không sợ CO_2
C_2SH (D)	$C_2SH_{0,67}$	2
Phôxagít $C_5S_3H_3$	$C_5S_3H_3$	1,67
Afvillít $C_3S_2H_3$	$C_3S_2H_3$	1,5
CSH (A)	$CSH_{1,1}$	1
CSH (B)	$C_4S_5H_5$	0,8 - 1,25; co ngót khi sấy
Tôbermorít $C_4S_5H_5$	$C_4S_5H_5$	0,8
Ksonotlít C_3S_3H	$CSH_{0,2-0,33}$	1
Girôlít $C_2S_3H_2$	$C_2S_3H_2$	0,66

Khi sử dụng ximăng poóclăng trong bêtông chưng hấp trong áptôclap, có chứa cát và các chất có silíc điôxýt nghiền mịn khác, khi tác dụng tương hỗ với chúng C_3S và C_2S xuất hiện các hydrôsilicát canxi, còn khi tác dụng tương hỗ với C_3A và C_4AF, ngoài ra, còn xuất hiện các hydrôsilicát. Trong trường hợp này có thể xuất hiện các chất mới tạo thành C_2SH (A), C_2SH (C), C_3SH_2, $C_3(AF)H_6$, ghêmatít, v.v... còn do tác dụng tương hỗ với SiO_2 - tobermôrít, CSH (B), ksonotlít, v.v...

Theo ý kiến của một số tác giả, chỉ có được hydrôsilicát canxi dạng mong muốn khi gia công nhiệt ẩm các hỗn hợp vôi - cát nghiền trong trường hợp, khi kích thước của các hạt của cấu tử silíc điôxýt, tham gia vào thành phần của chất kết dính, không được lớn hơn hai lần bề dày của vùng phản ứng, không lớn hơn 1,3 - 2,34µm. Trong hỗn hợp bêtông xốp cũng chứa các phần tử lớn với kích thước 75-170 µm.

Như S.A. Krzêminski, Đ.Z. Zemxôp và những người khác đã xác định được rằng, thực tế cát nghiền đến tỷ diện tích bề mặt, được xác định trên dụng cụ của PSKH-2, 175, 1000, 1900 và 2850cm^2/g, có chứa các hạt với kích thước dưới 50µm tương ứng 11,5; 18,2; 20,5 và 24% và dưới 100µm tương ứng 35,5; 38,6; 52,5 và 61,1%. Để tính toán thí dụ về hàm lượng của silíc điôxýt, cần thiết để tạo thành các hydrôsilicát canxi, có thể sử dụng các số liệu ấy, cũng như công thức và các phương pháp do K.E.Gorainôp đề ra.

Cần phải chỉ ra rằng, trong quá trình khai thác trong các lớp bề mặt của bêtông xốp và silicát xốp xảy ra quá trình cacbônát hoá kèm theo sự phá hoại của các hydrôsilicát canxi và sự tạo thành các hợp chất cacbônat. Liên quan với điều đó sự tạo thành các lớp bảo vệ bề mặt, cũng như trong một số trường hợp sử dụng phương pháp kỵ nước thể tích, cũng có ý nghĩa.

Chương 3

CẤP PHỐI CỦA CÁC HỖN HỢP BÊTÔNG XỐP

3.1. NGUYÊN LIỆU

Dưới đây là một số số liệu về nguyên liệu được dùng để sản xuất bêtông xốp.

3.1.1. Cát

Cát được dùng nhiều hơn cả là cát với hàm lượng silíc điôxýt không dưới 90%, sét không quá 5% và mica không quá 0,5%. Độ nhỏ của cát được xác định bằng tỷ diện tích bề mặt trên các dụng cụ PSKH-2 của Tavarôp hay Blêin sau khi nghiền khô hay ướt, không được dưới 2000 - 3500cm^2/g đối với bêtông xốp với khối lượng thể tích 700 - 300kg/m^3. Cát không nghiền có tỷ diện tích bề mặt 30 - 190 cm^2/g.

Kinh nghiệm sản xuất cho thấy rằng, bêtông và silicát có cường độ cao hơn là bêtông và silicát được chế tạo khi dùng cát sạch với hàm lượng silíc điôxýt lớn (bảng I.3). Trong rất nhiều trường hợp người ta dùng các khoáng mỏ tự nhiên có chứa silíc điôxýt.

3.1.2. Vôi và chất kết dính vôi - cát

Để chế tạo hỗn hợp bêtông xốp người ta thường dùng bột vôi sống chứa ít MgO. Hàm lượng MgO không quá 5%. Cũng có thể cho phép dùng vôi magnhê và đôlômít với hàm lượng MgO trên 5% nhưng với điều kiện chịu đựng được sự thay đổi thể tích đồng đều của các mẫu - bánh đa được chế tạo từ vôi này. Theo các số liệu của KH.S.Vôrôbiôp, ở mức độ nào đó vôi nghiền mịn loại bỏ được ảnh hưởng độc hại của "vôi quá lửa". Hàm lượng của các ôxýt hoạt tính CaO + MgO trong vôi không được dưới 70%. Khi dùng vôi tôi nhanh, người ta thường cho thêm thạch cao, phụ gia tăng dẻo, thủy tinh lỏng v.v... Vôi sống phải được nghiền riêng, nhưng có được kết quả tốt hơn khi nghiền chung nó với cát hay các cấu tử có chứa silíc điôxýt khác. Hỗn hợp bột khô nghiền nhỏ, thí dụ: Gồm 1 phần theo khối lượng (p.t.k.l) của vôi sống và 1p.t.k.l của cát, được gọi là chất kết dính vôi - cát. Tốt hơn là chất kết dính vôi - cát nên có tỷ diện tích bề mặt 4500 - 5000cm^2/g.

Vôi phải được nung tốt, đồng nhất, không chứa các hạt không tôi lớn. Khi thủy hóa 1kg CaO toả ra lượng nhiệt 1155,7 kJ (276 kCal). Trong gassilicát với việc sử dụng bột vôi sống hỗn hợp được đốt nóng lên đến nhiệt độ 80 - 90°C và hơn nữa. Trong rất nhiều trường hợp do bị đốt quá nóng trong các cấu kiện đã tạo hình thường xuất hiện các vết

nứt, còn trong mặt cắt - hang hốc. Để tránh sự tăng nhiệt độ như thế trong các cấu kiện, người ta thường trộn hỗn hợp với nước lạnh hay thay một phần vôi sống bằng vôi đã tôi.

3.1.3. Ximăng poóclăng và các ximăng clanhker khác

Để chế tạo gasbêtông cứng rắn trong áptôclap có thể dùng ximăng poóclăng, ximăng poóclăng puzơlan và xỉ mác 30 và 40, thêm vào đó để tiết kiệm ximăng nên dùng nó kết hợp với vôi và các chất có chứa silíc điôxýt (cát, marxalít, tro, xỉ lò cao, xỉ nhiệt điện, v.v...).

3.1.4. Bùn nêfêlin và chất kết dính trên cơ sở của nó.

Khi sản xuất nhôm từ bôxít, phế thải được tạo thành dưới dạng bùn nêfêlin. P. I. Bôzênôp và các học trò của ông đã đề nghị dùng bùn này để sản xuất ximăng nêfêlin. Ximăng nêfêlin mác 15 - 25 có được bằng cách không nung với hàm lượng clanhker 20 - 25% và bùn nefêlin 80 -75% (thay vì 4% bùn đôi khi người ta cho thạch cao vào) hay cấp phối (%): bùn nefêlin 85, vôi 15 và thạch cao 5 (tất cả đều tính đổi ra khối lượng khô). Trong bùn nefêlin đã nung có chứa (%): SiO_2 26,67; Al_2O_3 4,24; Fe_2O_3 3,85; CaO 59,07; MgO 1,8; SO_3 0,56; K_2O 0,82; P_2O_3 0,08; $K_2O + Na_2O$ không quá 1,5.

3.1.5. Sản phẩm đồng hành của các nghành công nghiệp khác

Tro bay của các nhà máy nhiệt điện là một dạng nguyên liệu phổ biến. Nó rất đa dạng về thành phần hoá học, độ nghiền mịn và hàm lượng các chất vô cơ không cháy.

Trong rất nhiều trường hợp xỉ lò cao ở dạng nghiền mịn là một trong những cấu tử cơ bản của nguyên liệu.

Bụi của các nhà máy ximăng có thể dùng như bộ phận cấu thành của chất kết dính (từ 10 đến 20%).

Người ta dùng trêpel và điatômít trong sản xuất gas phún xuất - nó là vật liệu chưng hấp trong áptôcap, được chế tạo từ hỗn hợp chứa (%): amiăng 15, điatômít 65, vôi tôi (tính đổi ra CaO hoạt tính) 20, bột nhôm 0,03 và nước 180 - 220. Ngoài ra, người ta cho điatômít vào hỗn hợp khi chế tạo vật liệu xốp không gia công nhiệt ẩm trong áptôcap từ chất kết dính thạch cao puzơlan.

Thạch cao hai nước được dùng với tư cách là phụ gia để nâng cao cường độ, phải có độ nghiền nhỏ, được đặc trưng bởi lượng sót trên sàng N^0 02 (gần 900 lỗ/cm^2) không quá 13%. Nên nghiền chung thạch cao với vôi đến tỷ diện tích bề mặt của hỗn hợp 5000cm^2/g. Khi gia công nhiệt ẩm hai giai đoạn, khi gia công nhiệt dưới áp suất thường để có được cường độ cần thiết, để lấy cấu kiện ra khỏi khuôn và sau đó chất vào trong áptôclap, người ta thường dùng thạch cao xây dựng.

3.1.6. Phụ gia thúc đẩy quá trình ninh kết và cứng rắn của bêtông xốp không chưng hấp dùng ximăng là $CaCl_2$, nhôm sulfát, nước ôxy già, nhôm clorua (hỗn hợp gồm từ 0,75 p.k.l $CaCl_2$ và 0,25 p.k.l $AlCl_3$) và thủy tinh lỏng. Trong các hỗn hợp vôi - cát

nghiền thủy tinh lỏng đóng vai trò là chất làm chậm ninh kết. Trong canxi clorua hàm lượng của $CaCl_2$ tinh khiết phải không dưới 67%. Trong thủy tinh lỏng môđun ($SiO_2 : Na_2O$) trong giới hạn 2,6 - 3 và độ đặc 1,43 - 1,55.

3.1.7. Chất tạo bọt

Khi chế tạo bêtông xốp người ta thường dùng các chất tạo bọt keo - nhựa thông, nhựa sapônin, cũng như chất tạo bọt huyết thủy phân, v.v... Bọt có được từ chúng sẽ sụt sau 1 giờ không được quá 10mm, còn lượng nước tách ra - không quá 80cm^3. Sản lượng bọt phải đạt trên 15*l* trên 1kg chất tạo bọt, còn hệ số sử dụng chất tạo bọt $K_{sb} \geq 0,8$. Liều lượng ví dụ của chất tạo bọt và nước trong máy trộn bêtông tính bằng thể tích 10*l* được ghi trong bảng I.3.

Bọt được chế tạo với lượng dùng chất tạo bọt nhỏ nhất và thoả mãn những yêu cầu đã chỉ ra ở trên, được coi là tối ưu. Lượng dùng khuyến cáo của chất tạo bọt cho 1m^3 bêtông bọt với khối lượng thể tích 450 - 500kg/m^3 khi sử dụng các chất tạo bọt:

Bảng I.3. Liều lượng của chất tạo bọt và nước để tạo bọt

Chất tạo bọt	Lượng dùng nước, cm^3	Lượng dùng chất tạo bọt, g
Keo - nhựa thông ("Cấp phối thi công" theo phần 1:5)	300 ± 3	60
Nhựa sapônin	500 ± 10	62,5

a) Keo - nhựa thông - keo 0,08 - 0,14 kg, nhựa thông 0,07 - 0,1 kg và kiềm natri 0,013 - 0,017kg.

b) Alumôsapônin - rễ cây xà phòng 0,42 - 0,5 kg.

c) Chất tạo bọt - huyết thủy phân từ 1,4 đến 1,75 kg, $FeSO_4$ từ 0,035 - 0,07 kg.

3.1.8. Chất tạo khí

Bột nhôm phải thoả mãn những yêu cầu ghi trong bảng I.4

Bảng I.4. Yêu cầu đối với bột nhôm

Mác của bột nhôm	Khả năng vỡ vụn trong nước, cm^2/g không dưới	Mức độ nghiền với lượng sót trên sàng, % không lớn hơn			Khả năng nổi, % không dưới	Thành phần hoá học, % theo khối lượng, không lớn hơn				Độ ẩm, %	Phụ gia béo, %
		N^0 sàng									
		0,08	0,056	0,045		Fe	Si	Cu	Mg		
BONH -1	7000	1	-	-	80	0,5	0,4	0,05	0,01	0,2	3,8
BONH -2	10000	-	0,3	0,5	80	0,5	0,4	0,05	0,01	0,2	3,8

Hiện nay trong sản xuất bêtông xốp người ta thường dùng bột nhôm.

Phẩm chất của bột nhôm được xác định bằng cách xem xét cấu trúc của nó trong kính hiển vi với độ khuyếch đại mạnh, thêm vào đó kích thước của các hạt bột nhôm tốt phải phủ kín diện tích 4600 - 6000cm^2. Sự tách khí khi cho bột nhôm vào dung dịch ximăng hay vôi phải bắt đầu qua 1 - 2 phút và kéo dài 15 - 20 phút. Bột nhôm phải được bảo quản trong bao bì kín bằng kim loại, nó rất nguy hiểm gây cháy nổ.

K. E. Gorainôp, E. S. Vekscler, L.S.Vônkôvíc, S. G. Kirpichenkô và L. V. Pôtapôva đã đạt được hiệu quả tách khí cao nhờ cho thêm vào bột nhôm 2 - 4% (theo khối lượng bột nhôm) chất thúc đẩy sự tách khí - bột của các chất giầu cácbon.

3.1.9. Chất ổn định

Chất ổn định của hỗn hợp bêtông xốp là karbokcilmêtilsenlulôza (KMS), cũng như các chất hoạt tính bề mặt, thí dụ: muối đinatri của axít mônôalkilsunfôiantar gồm alkilđimêtilamin 0,5%, alkilđimêtilamin ôxýt 4,5% và sintanôl 95%. Phụ gia hỗn hợp này được cho vào với khối lượng 0,01% theo khối lượng của các cấu tử khô.

Để làm mất nhờn người ta dùng xà phòng giặt và xà phòng nhựa thông, avirôl, sunfanôl, các chất tẩy rửa, để đẩy nhanh quá trình tách khí, NaOH và KOH (0,5% theo khối lượng của ximăng poóclăng), $MgSO_4$ (1% theo khối lượng của thành phần rắn).

Các biến tính của bêtông xốp là các cao phân tử tổng hợp.

3.2. THIẾT KẾ CẤP PHỐI BÊTÔNG XỐP VÀ SILICÁT XỐP CHƯNG HẤP TRONG ÁPTÔCLAP

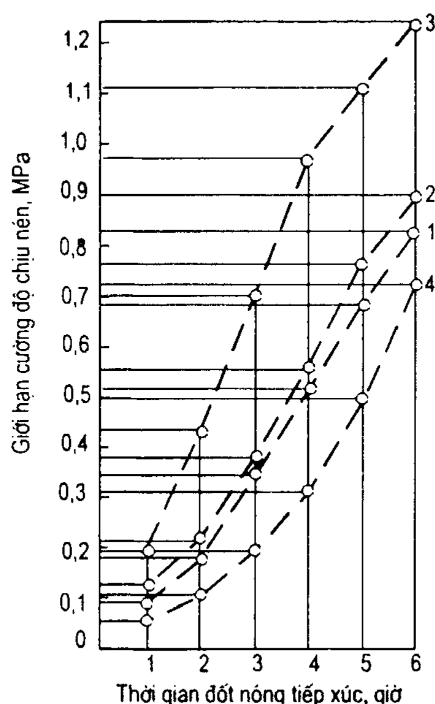
Khối lượng thể tích tiêu chuẩn của bêtông xốp kết cấu - cách nhiệt với đặc tính kiểm tra $R_{khô}$ (MPa) 3,5 ; 5; 7,5 và 10 và mác 35, 50, 100 và 150 phải tương ứng trong bêtông có cốt (kg/m^3): 700, 850, 1050 và không có cốt 650, 800, 950, 1050 và 1250. Giới hạn cường độ chịu nén của các mẫu lập phương hay trụ với đường kính và chiều cao 100mm, $\sigma_{nén} \geq 10.\gamma^2_{khô}$ kg/cm^2 hay 10MPa, trong đó $\gamma_{khô}$ - khối lượng thể tích của bêtông đã sấy khô đến khối lượng không đổi, T/m^3.

Khi thiết kế phải tính đến khả năng có được bêtông xốp từ cùng một hỗn hợp bêtông xốp với các tính chất cơ lý khác nhau. Do đó, trong các phòng thí nghiệm phải mô phỏng nghiêm túc những điều kiện, đang tồn tại trong xí nghiệp, đối với nó người ta lựa chọn các cấp phối của hỗn hợp bêtông xốp (với việc sử dụng chấn động và các phương pháp nâng cao độ đồng nhất và tăng cường sản xuất bêtông xốp).

Khi lựa chọn cấp phối của hỗn hợp bêtông xốp phải tính đến sự cần thiết để có được cường độ tháo khuôn của khối lớn và đôi khi đến khả năng dùng đốt nóng ngắn hạn nó, cắt ra thành các cấu kiện, không bị hư hỏng và có thể xếp lên các vagông và đưa vào áptôclap. Trong trường hợp này đạt được hệ số sử dụng hữu ích của áptôclap.

Có thể đánh giá về hiệu quả của đốt nóng sơ bộ theo ví dụ sau. V.P.Makoenôp và K. E. Gorainôp từ các cấp phối khác nhau (bảng I.5) đã chế tạo các mẫu 10×10×10cm, chúng được đốt nóng tiếp xúc ngay. Để làm việc đó đáy của khuôn được đốt nóng trong

thời gian 1 giờ, sau khi nhiệt độ trong khuôn đạt 100°C không đốt nóng nữa, khuôn được cách nhiệt bằng gasbêtông cách nhiệt, cho nên tổn thất nhiệt vào môi trường xung quanh là không đáng kể.



Hình I.1. Quan hệ cường độ của silicát khí (gassilicát) và gasbêtông vào thời gian đốt nóng tiếp xúc (xem bảng I.3); 1- 4 - số của thí nghiệm

Sự tăng trưởng của cường độ chịu nén phụ thuộc vào thời gian đốt nóng có thể thấy được trên đồ thị của hình I.1. Các mẫu trong áptôclap, được đốt nóng ở 100°C trong thời gian 6 giờ, sau đó được chưng hấp theo chế độ: 3:8:3(với áp suất dư cực đại 0,8MPa) và sau khi giữ trong 3 giờ khi nắp của áptôclap mở được đem nén.

Bảng I.5. Lượng dùng vật liệu để chế tạo gassilicát và gasbétông

Vật liệu	Thí nghiệm			
	1	2	3	4
Vôi sống, kg	86	86	86	160
Ximăng poóclăng mác 40, kg	77	59	77	-
Thạch cao, kg:				
Hai nước	7	7	-	27
Xây dựng	-	-	4	-
Tro nhiệt điện, kg	-	-	-	530
Cát nghiền (với tỷ diện tích bề mặt 2000cm²/g)	420	433	417	-
Bột nhôm, g	280	280	280	450
Nước, *l*	269	269	269	300
Nhũ tương nhựa thông, *l*	0,09	0,09	0,09	2

Giới hạn cường độ chịu nén:

Thí nghiệm 1 với khối lượng thể tích của mẫu 663kg/m³: 6,6MPa

Thí nghiệm 2 với khối lượng thể tích của mẫu 656kg/m^3: 5,1MPa.

Thí nghiệm 3 với khối lượng thể tích của mẫu 668kg/m^3: 6,7MPa.

Các thí nghiệm đã chỉ ra rằng, sau 6 giờ đốt nóng có thể đạt được cường độ chịu nén 1,2 MPa, nó đủ để lấy cấu kiện bêtông xốp kích thước lớn có cốt ra khỏi khuôn mà không bị hư hỏng. Trong trường hợp này cần phải chú ý, để cho các móc cẩu lắp được hàn với khung chính của cốt thép.

3.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP LỰA CHỌN CẤP PHỐI CỦA HỖN HỢP BÊTÔNG XỐP

Chỉ có thể chế tạo hỗn hợp bêtông xốp dùng vôi trong trường hợp, nếu như nó được gia công nhiệt ẩm trong áptôclap, và ở gần nhà máy bêtông xốp có sản xuất vôi hoạt tính cao loại một, đồng nhất cao về thành phần, cũng như được nung hoàn toàn. Khi thiếu những điều kiện ấy người ta chế tạo hỗn hợp bêtông xốp bằng cách cho thêm ximăng poóclăng đến 8- 10% theo khối lượng của các cấu tử khô hoặc dùng chất kết dính hỗn hợp và chỉ khi không có gia công nhiệt trong áptôclap thì dùng ximăng không có vôi.

Có nhiều phương pháp lựa chọn cấp phối khác nhau của bêtông và silicát xốp với việc dùng chất tạo khí. Chúng ta chỉ dừng lại ở một số.

3.3.1. Phương pháp được tiêu chuẩn xây dựng khuyến cáo

Theo phương pháp này người ta lựa chọn tỷ lệ ban đầu theo khối lượng của cấu tử silíc ôxýt và chất kết dính C trong trường hợp dùng:

a) Vôi (A = 100% CaO) C_v = 3,5; 4; 4,5 và 5. Nếu như độ hoạt tính của vôi sống $A_1 \leq 100\%$, thì $C'_v = C_v A_1$;

b) Chất kết dính vôi hay ximăng - xỉ: C = 0,6; 0,8; 1 (đối với gasbêtông chưng hấp trong áptôclap, cũng như không chưng hấp);

c) Chất kết dính tro phiến thạch hay ximăng nefêlin: C = 0,75; 1; 1,25;

d) Ximăng poóclăng: C_x =1;1,25; 1,5 và ,175 gasbêtông áptôclap và 0,75; 1; 1,25 đối với gasbêtông không áptôclap, nhưng có dùng tro - bay nhiệt điện.

Hàm lượng bột nhôm hay dung dịch nước của chất tạo bọt P_b được tính theo công thức:

$$P_b = \frac{V_r}{\alpha K} \cdot V$$

Trong đó:

V_r- độ rỗng, phần $\left[V_r = 1 - \frac{\gamma_{khô}}{K_t}\left(W - \frac{N}{R}\right)\right.$; $\gamma_{khô}$ - khối lượng thể tích, kg/l; K_t hệ số tăng do kết quả cứng rắn nhờ nước liên kết hoá học bằng 1.1; W - tỷ thể tích của hỗ hợp khô, l/kg $\left(w = \frac{1 + \frac{N}{R}}{\gamma_v^{t.t}}\right.$, trong đó: γ_v^{tt} - khối lượng thực tế của vữa];

α - hệ số sử dụng chất tạo khí, bằng 0,85 khi sử dụng bột nhôm và 0,8 khi sử dụng bọt;

V - thể tích đã định của hỗn hợp bêtông xốp, *l*;

K - hệ số sản lượng của lỗ rỗng, nghĩa là tỷ lệ thể tích của bọt hay gas trên khối lượng của chất tạo rỗng, bằng 1390 *l*/kg khi sử dụng bột nhôm và 20*l*/kg khi sử dụng chất tạo bọt.

Khối lượng của vật liệu khô được xác định theo công thức:

$$P_{khô} = \frac{\gamma_{khô}}{K_t} \cdot V$$

Lượng dùng vật liệu khô (kg) của các cấu tử được xác định theo công thức:

- Của chất kết dính:

$$P_{ckd} = \frac{P_{khô}}{(1+C)};$$

- Của ximăng:

$$P_{xm} = P_{ckd}.n\ ;$$

- Của vôi:

$$P_{vôi} = P_{ckd}\,(1\text{-}n)\ ;$$

- Của cấu tử silíc điôxýt:

$$P_s = P_{khô} - P_{ckd}.$$

Trong đó: n- hàm lượng của ximăng trong chất kết dính hỗn hợp tính bằng phần.

Tỷ lệ nước vật chất rắn được xác định có tính đến độ chảy của vữa theo độ chảy trên dụng cụ của Sutard. Với khối lượng thể tích $\gamma_{khô}$ = 400 - 700kg/m^3 độ chảy phải là (cm):

Bêtông bọt dùng ximăng và chất kết dính hỗn hợp:	34 - 24
Gasbêtông dùng ximăng và chất kết dính hỗn hợp:	34 - 22
Gassilicát:	25 - 19
Gasbêtông dùng ximăng nefêlin:	42 - 26
Gasbêtông dùng chất kết dính vôi - xỉ:	26 - 20
Gasbêtông dùng chất kết dính tro phiến thạch:	25- 20

Với công nghệ chấn động độ chảy, theo Sutard, thay vì 22cm phải là 9 - 11cm.

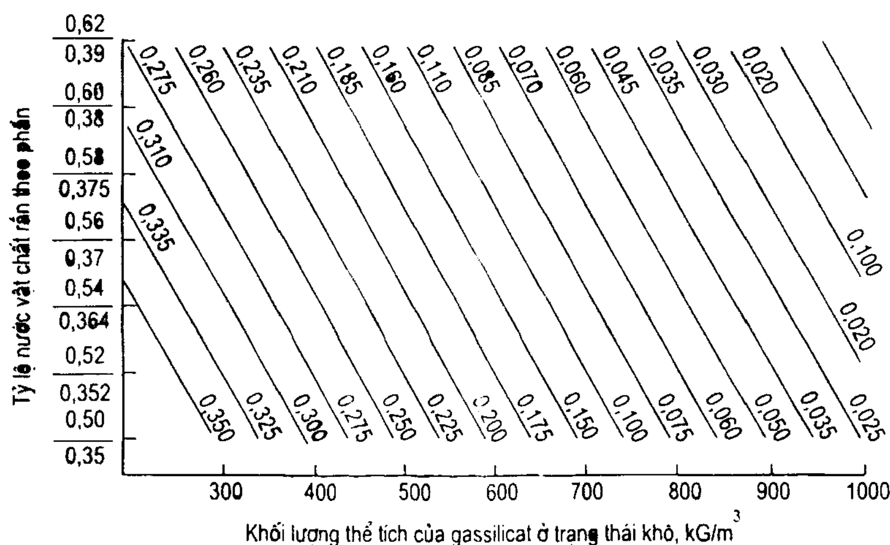
Nhiệt độ của vữa, với nó người ta xác định N/R, được lấy (°C): đối với gasbêtông dùng ximăng: 42,5; 45; 47,5; đối với gasbêtông dùng chất kết dính hỗn hợp: 33,25; 35; 36,75; đối với gasbêtông dùng chất kết dính vôi - xỉ: 38; 40 và 42; đối với gassilicát dùng vôi sống : 28,5; 30; 31,5; đối với bêtông bọt: 23,75; 25; 26,25.

3.3.2. Phương pháp lựa chọn cấp phối của gassilicát

Thực chất của phương pháp là ở chỗ, tỷ lệ nước vật chất rắn, hàm lượng canxi ôxýt hoạt tính trong hỗn hợp, cũng như của bột nhôm được xác định theo đồ thị, được dựng

theo các số liệu của các công trình thực nghiệm đã được tiến hành đặc biệt. Ở đây cấp phối được xác định căn cứ vào mác của gassilicát, vào khối lượng thể tích của nó, vào độ nghiền mịn của cấu tử vôi - cát và silíc điôxýt, cũng như vào chế độ gia công nhiệt ẩm trong áptôclap.

Ví dụ. Cần phải xác định cấp phối của gassilicát với khối lượng thể tích 700kg/m^3 và mác 70 khi hàm lượng của canxi ôxýt hoạt tính trong vôi sống 70%. Theo hình I.2 người ta tìm tỷ lệ nước trên vật chất rắn, bằng 0,55 và lượng dùng chất tạo khí M = 0,075% (với tỷ diện tích bề mặt của cát 2500cm^2). Cũng có thể lấy N/R = 0,56 và M = 0,075%, cũng như N/R = 0,57 và M = 0,063%. Trên hình I.3 người ta xác định độ hoạt tính yêu cầu của hỗn hợp, nó bằng 90%. Khi sử dụng cát nghiền với tỷ diện tích bề mặt 1500cm^2/g hàm lượng giới hạn của canxi ôxýt hoạt tính bằng 14%; với diện tích bề mặt 2500cm^2/g thì hàm lượng giới hạn của canxi ôxýt 18 - 20%; và với 3500cm^2/g thì hàm lượng giới hạn của canxi ôxýt là 24%.



Hình I.2. Sự phụ thuộc của tỷ lệ nước trên vật chất rắn và lượng dùng bột nhôm đối với hỗn hợp silicát xốp vào khối lượng thể tích của nó (số ở trên cho công nghệ đúc rót; ở dưới: cho công nghệ chấn động). Đường nghiêng - lượng dùng bột nhôm theo khối lượng của các vật liệu rắn: các giá trị trên - cho cát với tỷ diện tích bề mặt 3500cm^2/g; dưới - 2500cm^2/g.

Xác định hàm lượng:

- Của vôi:

$$I = \frac{19}{70.0,85.700} = 161,245\text{kg}$$

- Của cát trong chất kết dính:

$$C = I = 161,245\text{kg};$$

- Của cát nghiền:

$$C = 0,85.700 - 2.161,245 = 272,51 \text{ kg/m}^3;$$

- Của bột nhôm:

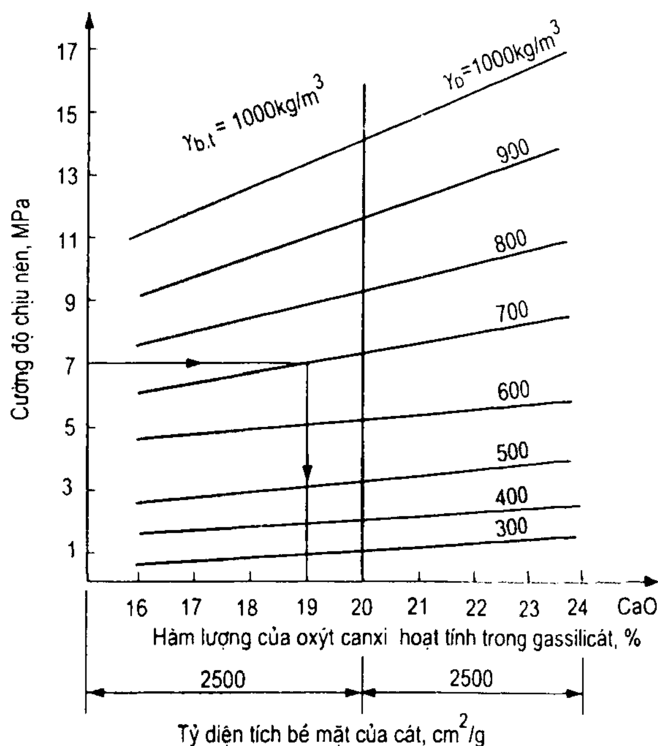
$A_1 = 5{,}95.0{,}075 = 0{,}446;$ $\quad A_2 = 5{,}95.\ 0{,}1 = 0{,}595;$

$A_3 = 5{,}95.0{,}07 = 0{,}4156;$ $\quad A_4 = 5{,}95.0{,}063 = 0{,}3748\ kg/m^3;$

- Của nước:

$N_1 = 595.0{,}55 = 327{,}25;$ $\quad N_2 = 595.0{,}53 = 315{,}35;$

$N_3 = 595.0{,}56 = 333{,}2;$ $\quad N_4 = 595.0{,}57 = 329\ l/m^3.$



Hình I.3. Hàm lượng của canxi ôxýt hoạt tính trong gassilicát đối với cường độ chịu nén và khối lượng thể tích đã định của gassilicát.

Hàm lượng bột nhôm, cần cho silicát xốp, được kiểm tra theo công thức:

$$P_{bn} = \frac{(1000 - A_v - A_c - N)}{\frac{273 + t_r}{273} 1{,}25.K_{hi}} = \frac{(1000 - 51{,}025 - 163{,}7 - 327{,}25)}{\frac{(273+30)}{273} \cdot 1{,}25.0{,}75} = 425\ g/m^3$$

hay 0,0714% theo khối lượng của các vật liệu khô.

Trong công thức:

- Thể tích tuyệt đối của vôi:

$$A_v = \frac{161{,}245}{3{,}16} = 51{,}025\ l/m^3;$$

- Thể tích tuyệt đối của cát:

$$A_c = \frac{(161{,}245 + 272{,}25)}{2{,}65} = 163{,}7\ l/m^3;$$

- Thể tích của nước:

$$N = 327,25\ l/m^3;$$

hệ số sử dụng hữu ích chất tạo khí: $K_{hi} = 0,75$.

Ngoài các mẫu khối lập phương với hàm lượng 19% CaO_{ht} người ta còn đúc các mẫu chứa 17 và 21% CaO_{ht}, ở đây người ta xác định lượng dùng vật liệu cho $1m^3$ gassilicát.

3.3.3. Phương pháp lựa chọn cấp phối của gasbêtông (dùng chất kết dính hỗn hợp)

Phương pháp này dựa trên việc sử dụng các số liệu thí nghiệm với việc tính toán khối lượng của chất tạo khí và các vật chất khác theo các công thức riêng.

Khi có mặt chất tạo bọt, cũng như trong rất nhiều trường hợp của việc lựa chọn cấp phối của bêtông xốp, người ta xác định lượng dùng bột nhôm theo công thức:

$$P_{bn} = \frac{1000 - A_x - A_v - A_{cn} - A_{tc} - A_{tr} - N - V_b.K}{\frac{273 + t_{h.h}}{273} \cdot V_g . K_{h.i}}, g/m^3$$

Mức độ nở phồng có thể được xác định theo công thức:

$$K_{np} = \frac{1000}{A_x + A_v + A_{tc} + A_{cn} + N - V_b.K}, \text{ phần theo } h_{tb}$$

Chiều cao đổ hỗn hợp bêtông xốp vào khuôn được tính như sau (cm):

$$h_{đổ.k} = \frac{K_{dư} h_{c.k}}{K_{n.p}}$$

Trong các công thức dùng các ký hiệu sau đây:

A_x, A_v, A_{cn}, và A_{tr} - thể tích tuyệt đối của các vật chất rắn tương ứng bằng: - của ximăng: $A_x = X/3100$; - của vôi: $A_v = I/3160$; - của cát nghiền: $A_{c.n} = C/\gamma_c = C/2650$; - của thạch cao hai nước nghiền: $A_{t.c} = G/\gamma_{c.t}$ (trong đó G - lượng dùng thạch cao cho $1m^3$ bêtông xốp); của tro nhiệt điện: $A_{tr} = T_{tr}/\gamma_{tr}$;

$h_{c.k}$ - chiều cao của cấu kiện, cm;

$K_{dư}$ - hệ số tính đến chóp nở phồng, bằng 1,1 - 1,15;

V_b - thể tích bọt, có được từ chất tạo bọt, tham gia vào thành phần của hỗn hợp, l, trên $1000cm^3$ bêtông xốp [một lít ($1000cm^3$) bọt được tạo thành khi sử dụng 2,5 - 3,5 cm^3 chất tạo bọt keo - nhựa thông ở dạng "cấp phối thi công" (đã được pha loãng bằng nước nóng theo tỷ lệ 1:5); 6 - $8cm^3$: nhựa thông và 2 -3 cm^3 huyết thủy hoá, từ 1kg chất tạo bọt thu được gần 20l bọt];

t_{hh}- nhiệt độ của hỗn hợp, °C;

h_{tp}- chiều cao của lớp hỗn hợp trước khi trộn với bọt và trước khi cho chất tạo khí vào, cm;

V_g- thể tích lý thuyết của gas, được tách ra do kết quả của phản ứng với 1g chất tạo khí ở 0°C, cm^3 (1g bột nhôm tác dụng với 4,09g $Ca(HO)_2$, khi đó thu được 0,112g hyđrô. Bởi vì 1g hyđrô ở 0°C và 760mm cột thủy ngân chiếm 11,2*l* hay 112000cm^3, cho nên khi dùng 1g bột nhôm sẽ tạo được 1,254 *l* hay 1254 cm^3 gas);

K_{hi}- hệ số sử dụng hữu ích của gas, $K_{hi} = 0,9$

K_l- hệ số tính đến độ sụt của bọt dưới trọng lực của phần khoáng của bêtông xốp, được lấy lớn hơn 0,8;

Sau khi chuẩn bị vật liệu ban đầu, người ta chế tạo các mẻ thử, sau đó trên dụng cụ của Sutard người ta xác định lượng nước cần thiết. Trong trường hợp nếu không dùng chấn động, thì độ chảy theo Sutard, có thể lấy theo các số liệu của bảng I.6.

Rất quan trọng khi lựa chọn cấp phối đối với điều kiện của các nhà máy là xác định độ chảy thực, với nó phải có được hỗn hợp bêtông xốp với khối lượng thể tích yêu cầu nhưng không bị lắng trước khi ninh kết. Khi dùng công nghệ chấn động kết hợp, độ chảy theo Sutard thay vì 30cm, người ta lấy 9 - 13cm, khi dùng công nghệ thuỷ xung (hyđrô xung) 10 - 14cm và với phương pháp đu đưa 14 - 18cm.

Bảng I.6. Độ chảy của hỗn hợp bêtông xốp, theo sutard

Khối lượng thể tích của bêtông xốp, kg/m^3	Đường kính của khối chảy, cm, đối với hỗn hợp			
	Với cát nghiền (tỷ diện tích bề mặt 1700 - 2000 cm^2/g)	Dùng tro bay theo số liệu		Dùng xỉ nghiền ướt
		NIIZB	của K.E.Gorainôp	
400	32 - 34	26	-	18 - 20
500	28 - 30	23	-	17 - 18
600	26	21	-	15 - 17
700	24 - 26	19	13 -10	11 - 13
800	22	18	13 - 10	11 - 13
900	-	17	10 - 8	-
1000	18 - 20	17	8 - 6	9 - 11
1200	-	-	12-13 trên bàn dằn sau 30 lần dằn trong 5 phút)	-

Người ta tính khối lượng thể tích (kg/m^3) của bêtông xốp theo công thức:

$$\gamma_{bx} = \gamma_{khô}.K.\left(1 + \frac{N}{R}\right)$$

Trong đó:

K - hệ số tính đến nước trong hyđrôsilicát, hyđrôaluminát canxi và các chất mới tạo thành khác, thường lấy bằng 0,9 - 0,95.

Bảng I.7. Các cấp phối của bêtông và silicát xốp dùng chất kết dính hỗn hợp

Vật liệu	Khối lượng thể tích, kg/m³	Hàm lượng % theo khối lượng vật liệu khô						Hệ số để tính lượng dùng vật liệu cho 1m³ bêtông
		Cát nghiền tro hay xỉ	Vôi nghiền	Thạch cao hai nước	Bột nhôm	Nhũ tương keo - nhựa thông hay chất tạo bọt	Nước	
Dùng cát nghiền								
Silicát bọt (Balan)	600- 700	78	17	4,25	0,035	0,57	43	7,05
Gasilicát	650 - 750	78,4	21,4	-	0,071	-	48	7
Gassilicát (NIIHSM)	650	80	20		0,075	-		6,5
Gassilicát (Vôrônez)	650 - 750	67	28,5	4,28	0,07	0,14	43	7
Gassilicát (Kalinin)	400- 500	76,87	23	-	0,13		44	4 - 5,67
Dùng tro bay								
Silicát khí bọt (Stupivô)	400- 500	76,6	21,6	1,64	0,16	0,15	65	3,92
	650 - 750	76	24	1,2	0,02	0,1	64-66	8,55
	650 - 750	70,5	23,5	5,61	0,05	0,26	58-60	8,95
Bêtông bọt khí (VZISI)	650	80 - 85	20 - 15	-	0,03	0,006	40-60	0,50
Bêtông khí tro-xỉ (Nizni tagil)	800	38,3	6,85	2,22	0,065	-		7,3
Silicát khí tro (Balan)	650 - 700	72	21	-	0,055	-	41	7,05

Từ hỗn hợp đã được lựa chọn người ta đúc các mẫu thí nghiệm 10×10×10cm hay các blốc 40×40×40cm, các mẫu được gia công nhiệt theo chế độ, được tính toán (xem chương 5), sau 4 - 6 giờ tĩnh định. Sau khi có được kết quả tốt, người ta chế tạo các cấu kiện thí nghiệm từ chúng, người ta cắt ra các mẫu 10×10×10cm hay khoan lấy các mẫu hình trụ để xác định khối lượng thể tích, cường độ, độ hút nước và hệ số mềm.

Một số cấp phối của bêtông và silicát xốp đã được kiểm tra trong điều kiện sản xuất theo công nghệ đúc rót và chấn động, được ghi trong bảng I.8 và I.9. lượng dùng vật liệu cho 1*l* nhũ tương nhựa thông với nồng độ 1:30: nhựa thông với nhiệt độ hoá mềm không dưới 65°C, 0,0268kg, kiềm natri khô 0,00358kg và nước, được đốt nóng đến 40°C, 0,968*l*. Người ta cho thêm nhũ tương vào hỗn hợp để ngăn cản không cho bột nhôm nổi lên. Để đạt được mục đích đó có thể dùng phụ gia tăng dẻo 5% theo khối lượng của bột nhôm.

Cấp phối của hỗn hợp bêtông xốp của bêtông và silicát xốp cách nhiệt với khối lượng thể tích 200 - 350kg/m³ với cường độ chịu nén tương ứng không dưới 0,4 - 1,2 MPa cũng được lựa chọn bằng các phương pháp nói trên. Kết quả tốt có được khi lựa chọn các cấp phối có được khi sử dụng đồng thời bột nhôm và chất tạo bọt, cũng như phụ gia rắn nhanh và các chất ổn định sự tạo khí.

Ví dụ. Ở nhà máy sản xuất các cấu kiện silicát của thành phố Vôrôxilôp khi chế tạo gassilicát $\gamma_{khô}$ = 300kg/m³ với cường độ chịu nén trên 0,98 MPa, người ta cho thêm 1% $MgSO_4$ (để thúc đẩy quá trình ninh kết); 100g sunfanôl, 400- 450kg bột nhôm loại 1, với N/R = 0,8 ÷ 0,85.

Lượng dùng vật liệu cho $1m^3$ bêtông xốp (kg): vôi sống là 70; ximăng poóclăng là 50; xỉ lò Cao là 40; cát là 110.

Để có được bêtông xốp sản xuất theo công nghệ chấn động với khối lượng thể tích $\gamma_{khô} = 200 \div 250 kg/m^3$ và cường độ chịu nén 0,4 - 0,8 MPa tốn không dưới 0,13 % bột nhôm loại 1 theo khối lượng của các cấu tử rắn và cho thêm chất tạo bọt với lượng dùng cần thiết, được xác định theo công thức đối với P_{bn}, với N/R =0,38.

Có một thí nghiệm chế tạo các tấm từ bêtông xốp với khối lượng thể tích 300-380kg/m^3 và cường độ chịu nén 1,2 - 1,6MPa. Kích thước của các tấm (395 và 525) ×240×(100; 120; 140; 160; 200)mm. Lượng dùng vật liệu cho $1m^3$ hỗn hợp gồm: ximăng 118kg; vôi 47kg; cát $0,16m^3$; bột nhôm 0,43kg, xà phòng giặt với N/R = 0,75. Tỷ diện tích bề mặt của vôi 3800 - 4500cm^2/g và của cát 3000 - 3500 cm^2/g.

Chương 4

CÔNG NGHỆ BÊTÔNG XỐP VÀ SILICÁT XỐP

Công nghệ bêtông xốp và silicát xốp là thực hiện liên tiếp các quá trình công nghệ sau: nghiền các cấu tử, trộn đều chúng trong các thể tích hợp lý nhất định và chế tạo hỗn hợp bêtông xốp, đổ khuôn và làm cho hỗn hợp nở phồng trong chúng, tĩnh định và cắt nhỏ các khối lớn, gia công nhiệt ẩm trong các áptôclap, chỉnh sửa và hoàn thiện sản phẩm.

Các nhà máy sản xuất các cấu kiện bêtông xốp và silicát xốp thường chỉ khác biệt nhau về thiết bị công nghệ. Thí dụ, khi chế tạo hỗn hợp bêtông xốp người ta có thể không dùng chấn động và có thể dùng máy trộn bêtông khí chấn động và các máy trộn động lực. Người ta thấy rằng, sử dụng các loại máy trộn chấn động và động lực làm tăng đáng kể độ đồng nhất của bêtông xốp và silicát xốp.

Ở nhiều nước có các nhà máy làm việc theo công nghệ đúc rót và chấn động. Theo công nghệ đúc rót hỗn hợp bêtông được chế tạo với lượng nước lớn hơn, so với công nghệ chấn động. Với công nghệ chấn động, bằng cách giảm tỷ lệ nước vật chất rắn, cải thiện được chất lượng của bêtông xốp và đặc biệt là tăng được năng suất của nhà máy do rút ngắn được thời gian tĩnh định các khối lớn mới tạo hình trước khi cắt chúng ra thành những cấu kiện. Ở một số nhà máy các cấu kiện dày 20 và 24cm được chế tạo trong các khuôn riêng biệt, còn ở các nhà máy mới xây dựng người ta chế tạo các cấu kiện bằng cách cắt các khối lớn với chiều cao 50, 120 và 160cm.

Mức độ chứa đầy thể tích của các áptôclap và thời gian gia công nhiệt ẩm các cấu kiện trong chúng cũng ảnh hưởng lớn đến năng suất của nhà máy. Đặc tính của nguyên liệu được dùng và khối lượng thể tích của bêtông xốp cũng làm cho quá trình công nghệ mang đặc thù riêng. Thí dụ, dùng tro - bay của than đá yêu cầu phải tĩnh định đặc biệt các cấu kiện trước khi gia công nhiệt ẩm trong áptôclap, còn đối với các hỗn hợp vôi - cát nét đặc trưng là toả nhiệt lớn v.v...

Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến việc giảm giá thành của bêtông xốp và silicát xốp và trước hết là năng suất cao của nhà máy, vị trí của nó trong thành phần của tổ hợp, sản xuất vật liệu với khối lượng thể tích thấp hơn (thí dụ, với khối lượng thể tích 500 - 550 kg/m^3 thay vì $700kg/m^3$ và cao hơn) với hệ số phẩm chất kết cấu cao, giá của các cấu tử nguyên liệu thấp.

Dưới đây là công nghệ chế tạo bêtông xốp trong các nhà máy, khác biệt nhau về công suất và các thao tác công nghệ chế tạo hỗn hợp, tạo hình, nở phồng và các thao tác khác. Khối lượng thể tích của các cấu kiện được sản xuất khác nhau từ 300 đến $700kg/m^3$.

4.1. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO GASBÊTÔNG

Người ta sản xuất các panel dày 24cm, rộng đến 160cm và dài đến 660cm cho các tường chịu lực và tường ngăn với khối lượng thể tích 650 - 700kg/m^3 và cường độ chịu nén không dưới 3,5 - 5 MPa. Các tường đầu hồi có bề dày 30cm. Người ta cũng sản xuất bêtông khí dùng ximăng poóclăng với khối lượng thể tích 400- 450 kg/m^3 và cường độ chịu nén không dưới 1,5MPa.

4.1.1. Chế tạo bùn cát

Bùn cát nghiền được chế tạo theo sơ đồ công nghệ, mô tả trên hình I.4. Cát từ mỏ được đưa về nhà máy trên các vagông phẳng 1, được máy xúc 2 đổ thành đống, từ đó nó được cần cẩu tháp 3 với gầu ngoạm nạp vào bunker của máy cấp liệu 4, sau đó cát đi vào sàng ghi rung 5, cát qua sàng đổ vào bunker 6 sau đó xuống băng tải 7, các cục lớn được đưa vào máy đập trục 8.

Cát được băng tải 7 đưa vào sàng rung một lưới (với mắt sàng 25mm)9, từ đó nó chuyển sang băng tải 10 và đổ vào bunker 11. Bunker này có rơle trên và dưới, nhờ chúng mà người ta có được tín hiệu ở thời điểm chúng được chứa đầy hay hết cát. Cũng còn có hai bunker 12 nữa để chứa xỉ và tro trong trường hợp dùng các vật liệu này. Ở dưới các bunker chứa cát có các cấp liệu với bề rộng 0,6m, còn ở các bunker chứa xỉ và tro các cấp liệu đĩa đường kính 700mm và năng suất 6m^3/giờ mỗi cái.

Nghiền ướt cát được tiến hành trong các máy nghiền bi ba ngăn 15 đường kính 1,8 m và dài 8m, năng suất 8 - 12T/h. Trong buồng thứ nhất dài 2m người ta nạp các vật thể nghiền đường kính 50mm là 3T và đường kính 30mm là 1,2T; trong buồng thứ hai dài 2m nạp các bi trụ đường kính 25mm là 1,8T và đường kính 19mm là 1,6T, còn trong buồng thứ ba đường kính 19mm là 3,4T và đường kính 16mm là 3T. Toàn bộ số bi nạp vào máy nghiền 14T.

Để đạt được năng suất đã nói ở trên lượng các vật thể nghiền hình trụ hợp lý hơn cả đối với các buồng (với hệ số chất tải 0,32 - 0,3):

Đối với buồng thứ nhất đường kính 25mm: 5,5T

Đối với buồng thứ hai đường kính 25mm: 2,5T

Đối với buồng thứ hai đường kính 19mm: 3T

Đối với buồng thứ ba đường kính 19mm: 5,5T

Đối với buồng thứ ba đường kính 16mm: 5,5T

Đối với buồng thứ ba đường kính 12mm: 2,5T

Khi nghiền 1T cát các vật thể nghiền bị mòn đi 2,5 kg. Công suất của các động cơ ở cả hai máy nghiền là 230kW cho mỗi một máy.

Tỷ diện tích bề mặt của cát nghiền đối với gasbêtông với khối lượng thể tích khác nhau là (cm^2/g):

Với $\gamma_{khô} = 400 \div 500 kg/m^3$: 2500 - 3000

Với $\gamma_{khô} = 700 kg/m^3$: 1800 - 2000

Ở một số các nhà máy khác để nghiền ướt cát người ta lắp đặt các máy nghiền ống, năng suất của chúng 16 - 18T.

Chiều dài tang trống của các máy nghiền ấy 13 m, đường kính 2,2m, số buồng 3, số vòng quay 23 vòng/phút. Động cơ chính có công suất 600kW.

Từ máy nghiền bùn chảy theo máng bêtông hở 16. Từ máy trộn với thể tích đến $1,5m^3$ 17 để khuấy sữa vôi, người ta cho thêm vôi vào máng với lượng 10 - 20g cho 1kg cát. Ở trên máy trộn 17 là bunker 18 để chứa vôi nghiền. Từ máng 16 bùn chảy vào một trong các bình thu gom khí nén 19 với sức chứa $3m^3$ mỗi cái.

Sau khi chứa đầy bình thu gom 19 bùn được không khí nén (với áp lực dư 0,4MPa) đẩy theo đường ống dẫn bùn vào một trong các bình thu gom bùn trung gian 21. Các bình này có sức chứa $69m^3$, đường kính 4,25m, chiều cao 5,5m và được trang bị bộ phận khuấy với động cơ điện 20kW. Từ bình thu gom 21 bùn đi vào các bình thu gom khí nén 22 và được đẩy theo đường ống dẫn 23 vào phân xưởng trộn.

Để cung cấp nước đều đặn vào máy nghiền người ta đặt bình chứa với dung tích $3m^3$ với bộ phận phao để duy trì mực nước trong nó. Khối lượng thể tích của bùn phải ở trong giới hạn 1,65 -1,67kg/*l*. Nếu như bùn có khối lượng thể tích nhỏ hơn, thì phải tăng hàm lượng cát, còn khi bùn có khối lượng thể tích lớn hơn, thì người ta tăng lượng nước cấp.

Đặc trưng của sự nở phồng của hỗn hợp bêtông khí phụ thuộc vào liều lượng vôi trong bùn, cần phải cung cấp vào bình thu gom khí nén dung tích $3m^3$ với lượng không khí dưới 120kg.

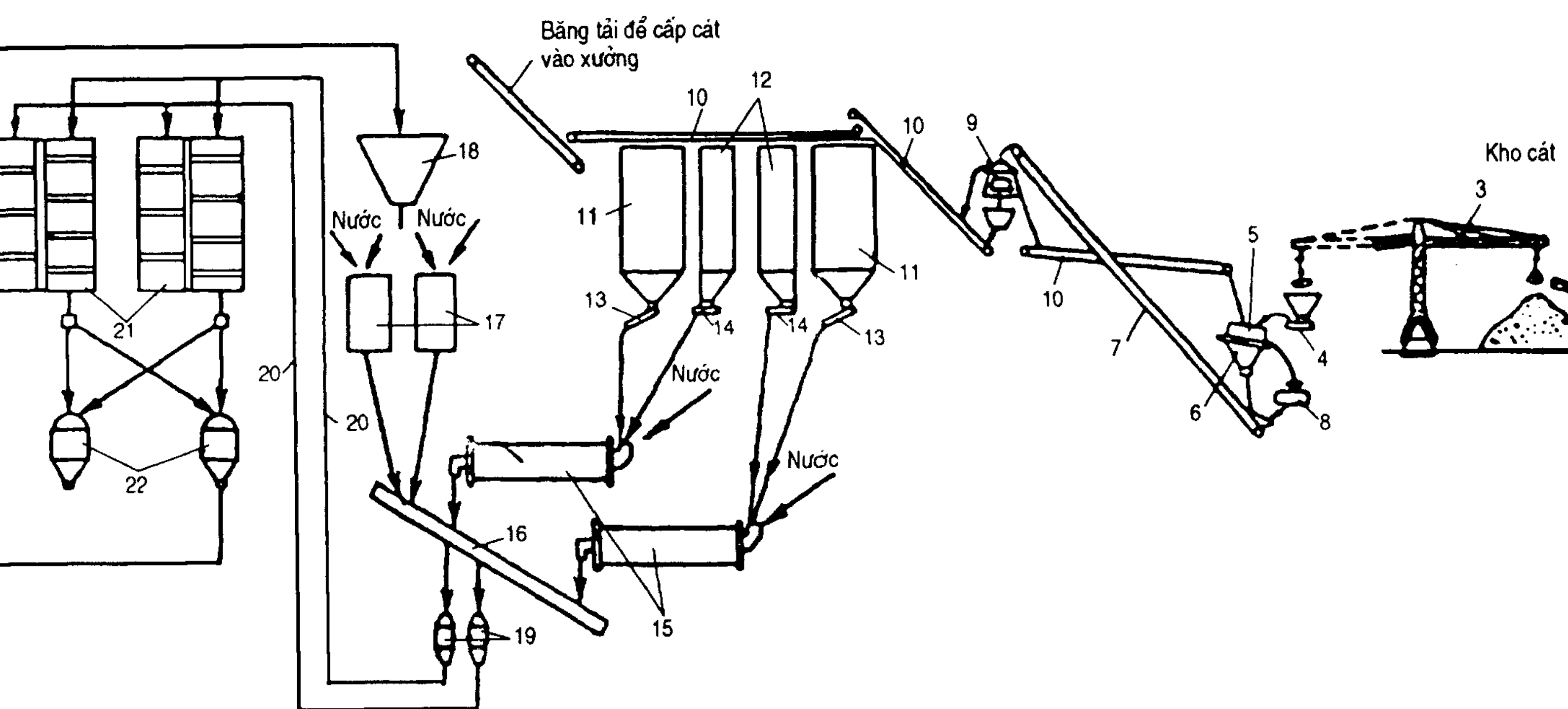
Bùn trước khi sử dụng được dự trữ trong bể chứa trong thời gian 10 - 12 giờ.

4.1.2. Chế tạo hỗn hợp bêtông xốp với chất tạo khí

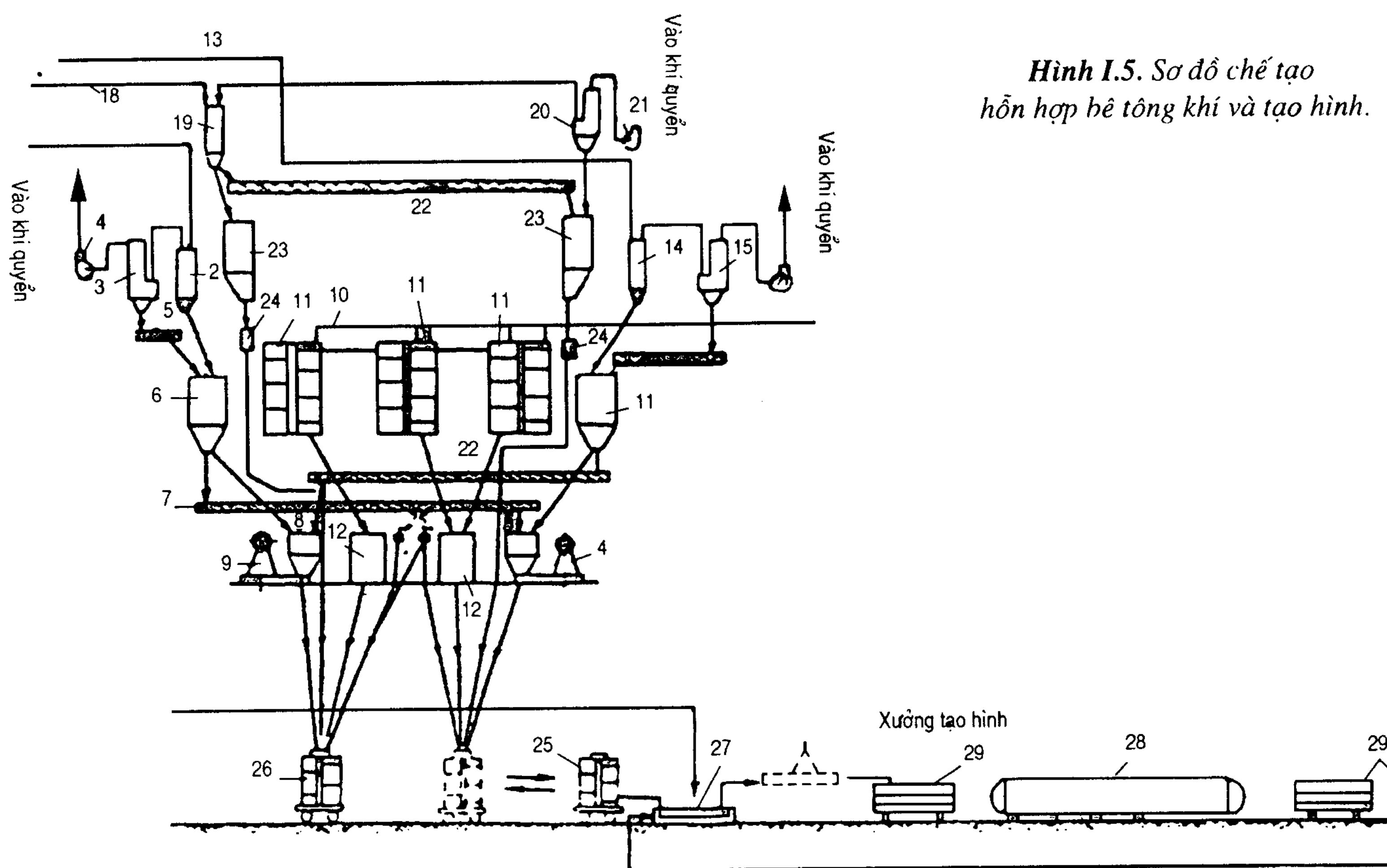
Lượng dùng vật liệu cho $1m^3$ gasbêtông dùng làm tường bao che với khối lượng thể tích 650 kg/m^3 và cường độ chịu nén không dưới 3,5 MPa(kg): ximăng poóclăng PC-40 là 290; cát là 343; bột nhôm loại 1 là 0,486 và nước là 355*l*.

Cho $1m^3$ gasbêtông cách nhiệt với khối lượng thể tích $500kg/m^3$ và cường độ chịu nén 2 - 2,2 MPa tốn (kg): ximăng 212; cát 236, bột nhôm 0,54 và nước 248*l*. Để thúc đẩy quá trình nở phồng người ta cho thêm dung dịch nước 2% NaOH, do đó quá trình nở phồng kết thúc trong 15 phút.

Thạch cao nghiền được vít xoắn 1 (hình 1.5) cấp vào bunker chứa thạch cao 2 với sức chứa $10m^3$. Xíclông được liên kết với phin lọc bụi 3 bằng đường ống dẫn, quạt 4 hút không khí từ phin lọc này. Từ bunker 2 và phin lọc 3 thạch cao được vít xoắn 5 và máng đưa vào bunker phân phối 6, từ đây nó được vít xoắn 7 đưa vào bunker 8 của các cân tự động 9.



Hình I.4. Sơ đồ công nghệ chế tạo bùn cát



Hình I.5. Sơ đồ chế tạo hỗn hợp bê tông khí và tạo hình.

Bùn cát với mật độ ~ 1,65 theo đường ống dẫn khí nén 10 đi vào một trong các máy khuấy chứa bùn 11, và từ nó đi vào các cân để cân bùn 12 với dung tích $4m^3$ mỗi cái.

Vôi nghiền (trong trường hợp dùng chất kết dính hỗn hợp) theo vít xoắn 13 đi vào xíclông 14, xíclông này được nối với phin lọc 15, quạt 16 sẽ hút không khí từ phin lọc này. Theo chu kỳ vôi được trút vào bunker phân phối 17, từ đó nó được đổ vào bunker 8 của các cân tự động 9. Ximăng theo đường ống dẫn khí nén vào xíclông 19, xíclông được liên kết với phin lọc 20, từ nó không khí được quạt 21 đẩy ra ngoài. Sau đó theo máng hay vít xoắn 22 ximăng được cấp vào các bunker chứa 23. Ximăng được cân bằng cân tự động 24. Người ta bảo quản bột nhôm trong ba thùng sức chứa 50kg mỗi cái, còn xà phòng nhựa thông trong ba thùng dung tích 60*l* mỗi cái. Lượng dùng của chúng được cân trên các cân.

Ngày nay, ở các tổ hợp xây dựng nhà người ta thường dùng bột nhôm không qua nung loại 1, chứa 98% Al và 2% paraphin. Khả năng phủ bề mặt của nó là 4600 - $6000cm^2/g$. Độ hoạt tính của bột nhôm với ximăng: qua 16 phút sau khi cho nó vào hồ ximăng, 70mg bột nhôm tách ra được 55- $70cm^3$ hyđrô. Người ta cho huyền phù nước của bột nhôm vào hỗn hợp bêtông xốp. Để làm việc đó người ta đổ 3 - 5*l* nước vào trong máy khuấy đặc biệt với trục khuấy thẳng đứng dung tích 17 - 20*l*, cho thêm vào lượng cần thiết của chất hoạt tính bề mặt (xà phòng giặt hay nhũ tương nhựa thông), rắc bột nhôm vào và khuấy đều cấp phối trong 1 phút. Khi bột nhôm được trộn đều với dung dịch, người ta lại cho thêm nước vào đến 80 - 90% thể tích của máy khuấy và lại trộn cẩn thận huyền phù. Nhiệt độ của huyền phù phải đạt 35- 40°C. Khi trộn huyền phù tách khí.

Để chế tạo bêtông khí với khối lượng thể tích 650 - $700kg/m^3$ có thể lấy (%): cát nghiền 53,2; vôi nghiền 1,5; ximăng PC-40 45,17; bột nhôm loại 1 0,077; nhũ tương nhựa thông 0,024 và nước 61,2. Có thể giảm lượng dùng ximăng bằng cách tăng hàm lượng vôi, thí dụ, lấy ximăng 21% và vôi 9%.

Hàm lượng của cát trong bùn (kg) được xác định theo công thức:

$$\gamma_c = \frac{d_c(\gamma_{bùn} - 1)}{d_c - 1}$$

Trong đó khối lượng đơn vị của cát d_c lấy bằng 2,65, còn khối lượng thể tích của bùn $\gamma_{bùn}$ bằng cách cân đo thực tế. Thay các trị số ấy vào công thức, ta tính được trong 1*l* bùn với khối lượng đơn vị 1,62 hàm lượng cát sẽ là 2,65 (1,62 - 1):(2,65 - 1) = 1kg, còn của nước 0,62*l*, nghĩa là nước có trong bùn 410.0,62 = 260*l*, còn thiếu 92*l* nước nữa, người ta cho thêm vào trong cân của bùn.

Trước khi cho bùn từ cân ra, khi chế tạo bêtông khí với khối lượng thể tích $650kg/m^3$, bùn có khối lượng đơn vị từ 1,52 đến 1,54, nhiệt độ của nó 40 - 45°C, còn sau khi kết thúc quá trình tạo khí là 55°C. Khi đổ các blốc kích thước lớn (1,6 ×1,6 ×1m, nghĩa là

với thể tích 2,56m^3) nhiệt độ ở giữa blốc đạt đến 90°C. Để giảm nhiệt độ ấy nên tạo các lỗ rỗng, việc này có thể thực hiện được bằng phương pháp cơ giới hoá.

Hàm lượng của nước và bùn, được cấp vào cân bùn 12, được lấy căn cứ vào khối lượng thể tích của bùn trong bể chứa bùn.

Phải thường xuyên kiểm tra tỷ lệ nước vật chất rắn và cấp phối của gasbêtông. Việc kiểm tra có thể tiến hành theo khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông xốp, bằng cách dùng công thức :

$$\gamma_{hx} = \gamma_{khô} K(1 + \frac{N}{R}),$$

Trong đó:

$\gamma_{khô}$- khối lượng thể tích của bêtông xốp khô;

K- hệ số có tính đến nước liên kết hoá học và lấy bằng 0,85 - 0,9.

Đối với trường hợp của chúng ta γ_{hx} = 650.0,9 (1+0,525) = 893g/*l*.

Hỗn hợp bêtông khí được chế tạo như sau. Người ta mở van (cửa cống) của bể chứa bùn và từ dòng chảy của bùn người ta lấy mẫu kiểm tra. Xác định khối lượng thể tích của bùn và theo số liệu thu được xác định hàm lượng của nước, mà nó cần được bổ xung vào bồn điều chỉnh (cân bùn). Sau đó đổ bùn và nước vào bồn điều chỉnh đến thể tích cần thiết, theo dõi nghiêm ngặt chỉ số của dụng cụ chỉ mức, sau đó mở các van cấp hơi nước và không khí. Bùn ở trong bồn điều chỉnh trước khi cho vào máy trộn bêtông khí thường có nhiệt độ từ 55 đến 45°C; khối lượng thể tích của bùn càng cao, thì nhiệt độ của nó càng thấp. Sau đó người ta cân ximăng, thạch cao, trong trường hợp cần thiết cả vôi. Người ta cũng cân bột nhôm và xà phòng giặt hay xà phòng nhựa thông với lượng gần 5% theo khối lượng của bột nhôm chúng được nạp vào máy khuấy đặc biệt 25 dùng cho chất tạo khí và hỗn hợp được trộn đều 2 - 3 phút. Sau khi kiểm tra việc đặt đúng đắn máy trộn bêtông khí 26, người ta rót bùn từ bồn điều chỉnh 12 vào nó và nạp thạch cao, vôi, còn sau đó là ximăng từ bunker 8 vào các cân 9. Toàn bộ hỗn hợp được trộn đều trong thời gian 2 phút, tiếp sau đó người ta nạp huyền phù bột nhôm vào máy trộn bêtông khí. Đổ hỗn hợp bêtông khí vào các khuôn 27 không được chậm quá 1 - 3 phút tính từ khi nạp huyền phù bột nhôm vào máy trộn hỗn hợp bêtông.

4.1.3. Đặt cốt thép

Sau khi lau dầu khuôn người ta đặt khung cốt thép vào, còn các chi tiết chờ được gia cố vào các linh kiện của khuôn bằng các định vị. Cốt thép nhất thiết phải có lớp chống rỉ. Để làm lớp chống rỉ người ta dùng matít gồm (kg): ximăng 45; bùn cát với tỷ trọng 1,62 - 535; vôi 211; nhựa 313 và nước 238*l*. Tất cả các cấu tử được trộn đều đến khi có được khối dạng hồ, có tỷ trọng 1,43 - 1,36 và độ sụt của côn 10,6cm. Đổ hỗn hợp thu được vào bồn. Matít chỉ có thể dùng để sơn quét được trong thời gian hai ngày với điều

kiện nhiệt độ ở trong xưởng ở trong khoảng 20- 25°C. Lớp chống rỉ được tráng lên cốt thép bằng cách nhúng nhiều lần khung cốt thép vào khối matít, lấy nhanh nó ra và rung lắc nó để tẩy lượng dư thừa. Độ dày của lớp chống rỉ không được quá 0,3 - 0,5mm. Sau khi tráng lớp chống rỉ khung cốt thép được xếp thành chồng với các tấm kê mỏng để sấy. Thời gian sấy không dưới 1giờ và không quá 2giờ (ở nhiệt độ 20 - 25°C).

Khuôn phải được lắp ghép thật khít ở những chỗ các linh kiện tiếp giáp với nhau. Sau khi lấy cấu kiện ra, khuôn phải được làm sạch ngay. Mặt trong của khuôn được lau dầu chống dính nhờ các vòi phun dùng khí nén hay chổi thành lớp mỏng đồng đều, không để tụ đọng dầu ở những chỗ riêng biệt. Dầu lau có cấp phối (p.k.l) sau đây: sôliđôl 1, dầu sôla (dầu bông) 2 và tro than bùn 1,25 hay pêtrôlatum 1, sôliđôl 1, tro than bùn 4 - 5 và dầu sôla 2,5.

4.1.4. Đổ khuôn

Hỗn hợp bêtông khí theo ống mềm được đổ vào các khuôn thép đã chuẩn bị sẵn với kích thước 1,59×6,0×0,24m. Nhiệt độ trong xưởng tạo hình phải ở trong khoảng 20 - 25°C. Nhiệt độ của hỗn hợp ở thời điểm đổ khuôn không được dưới 35°C. Khi nhiệt độ trong xưởng dưới 20°C không tiến hành đổ khuôn. Khi đổ khuôn phải chú ý làm sao cho dầu lau khuôn không nổi lên. Chiều cao đổ của hỗn hợp trong khuôn được tính theo công thức:

$$h = 1,1h_0 \cdot \frac{\gamma_{hx}}{\gamma_v}$$

Trong đó:

h_0- chiều cao của khuôn, cm;

γ_{hx} - khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông xốp đã nở phồng, kg/*l*;

γ_v - khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông xốp trước khi nở phồng, kg/*l*.

Người ta kiểm tra chiều cao đổ của hỗn hợp bằng dưỡng đặc biệt. Với chiều cao của khuôn 24cm và khối lượng thể tích của gasbêtông 400 - 500kg/m^3 chiều cao này là 10 - 14,5cm; 700kg/m^3 là 15 - 18cm và 900 - 1000kg/m^3 là 20 - 22cm. Sau khi đổ hỗn hợp bêtông khí trên bề mặt sườn của khuôn người ta dùng phấn đánh số lô và số mẻ trộn.

Người ta đặt khuôn để đổ thành hai tầng, trong trường hợp này người ta có thể đặt chúng chồng lên nhau ngay sau khi đổ khuôn của tầng thứ nhất. Gasbêtông được tĩnh định trong xưởng cho đến khi cắt "đầu thừa". Đầu thừa được cắt bằng máy chuyên dụng, nó là khung tháp có lắp dao cắt hay vít xoắn hay băng tải với thanh gạt để lấy phần cắt.

Khuôn cùng với hỗn hợp bêtông khí đã ninh kết được đặt lên các vagông bằng cầu trục tránh mọi va chạm, tránh để cho khuôn bị nghiêng khi móc cẩu nó.

Nếu cần thiết phải cắt khối bêtông khí đã ninh kết, dùng cầu trục đặt khuôn lên vagông phẳng. Sau đó vagông cùng với khuôn đặt trên nó được đưa đến chỗ máy cắt, sau khi cắt xong vagông đi ra khỏi máy cắt. Thành của khuôn được mở cẩn thận và tránh mọi va chạm, khối bêtông khí được cắt dọc và ngang bằng máy cắt, sau khi đã đánh dấu trước chỗ cắt bằng dưỡng.

Phế phẩm (khối lượng thể tích lớn, nở phồng không đầy đủ, nứt, bong tróc các lớp bên ngoài v.v...) được tạo nên do: không tuân thủ quy trình cân đong vật liệu thành phần của hỗn hợp bêtông khí, trong đó việc cân đong nước và sự thay đổi tỷ trọng của bùn; độ nghiền nhỏ của cát không đạt yêu cầu kỹ thuật; biến động nhiệt độ của hỗn hợp bêtông khí và gió lùa trong nhà xưởng; tăng nhanh độ nhớt của khối trong thời điểm nở phồng, do đó tạo nên các vết nứt hoặc do cốt thép cắt khối, hoặc do nổ bọt khí; hạ nhiệt độ của khuôn và nhà xưởng xuống dưới 20°C; đổ hỗn hợp bêtông vào khuôn chậm quá 5 phút tính từ khi cho bột nhôm vào; chảy hỗn hợp ra khỏi khuôn do hở; vận chuyển khuôn khi khối bêtông chưa kịp ninh kết; khuôn bị nghiêng khi đặt lên vagông và khi vận chuyển nó; do kết thúc sớm quá trình tạo khí vì trong khối không đủ vôi.

Để trừ bỏ những khuyết điểm đã được nêu trên người ta dùng các biện pháp tương ứng sau: khi hỗn hợp không nở phồng hết, thì trong các mẻ trộn sau phải tăng hàm lượng của vôi trong chúng, cũng như nhiệt độ của chúng đến 42 - 45°C; đường ray phải được giữ sạch thường xuyên, bởi vì vagông chỉ nghiêng đi chút ít, cũng như các khớp nối không tốt của các thanh ray gân nên sự tạo thành các vết nứt trong các cấu kiện vừa mới tạo hình xong và v.v...

4.1.5. Gia công nhiệt ẩm

Ở nhà máy có 10 áptôclap 28 đường kính 2,56m và dài 32,1m. Các vagông 29 cùng với năm khuôn chuyển động được nhờ tời kéo. Các vagông này được chuyển đến đường để đưa vào áptôclap. Chúng hợp lại trên đường này thành đoàn tàu gồm năm toa. Nắp của áptôclap được mở sau khi kết thúc quá trình chân không hoá khoảng không trong áptôclap và hạ nhiệt độ của các cấu kiện xuống đến 60°C, nó đảm bảo tạo nên sự giảm áp đến 80 kPa (600mm cột thủy ngân). Trước cửa vào áptôclap của đoàn tầu tiếp theo người ta đặt cầu quay nối liền với xe cầu điện và người ta kiểm tra sự trùng khớp của các mối nối của các ray. Người ta đẩy đoàn tầu mới vào áptôclap đồng thời kéo đoàn tàu cùng với gasbêtông đã gia công nhiệt ra.

Sau khi chất tải áptôclap người ta đóng nắp của nó ngay và đặt bộ phận an toàn vào vị trí làm việc và cho tín hiệu cho người trực ở bộ phận cung cấp hơi là áptôclap đã sẵn sàng làm việc. Bộ phận cấp hơi có thiết bị tự động để cấp hơi vào các áptôclap theo chế độ đã định. Người ta dùng các chế độ gia công nhiệt sau đây(giờ):

Dỡ tải và chất tải: 0,5

Giai đoạn 1- nâng nhiệt từ 30 đến 40°C: 1,1

Giai đoạn 2- nâng nhiệt từ 100 đến 183°C: 1,4

Giai đoạn 3 - hằng nhiệt ở 183°C: 8

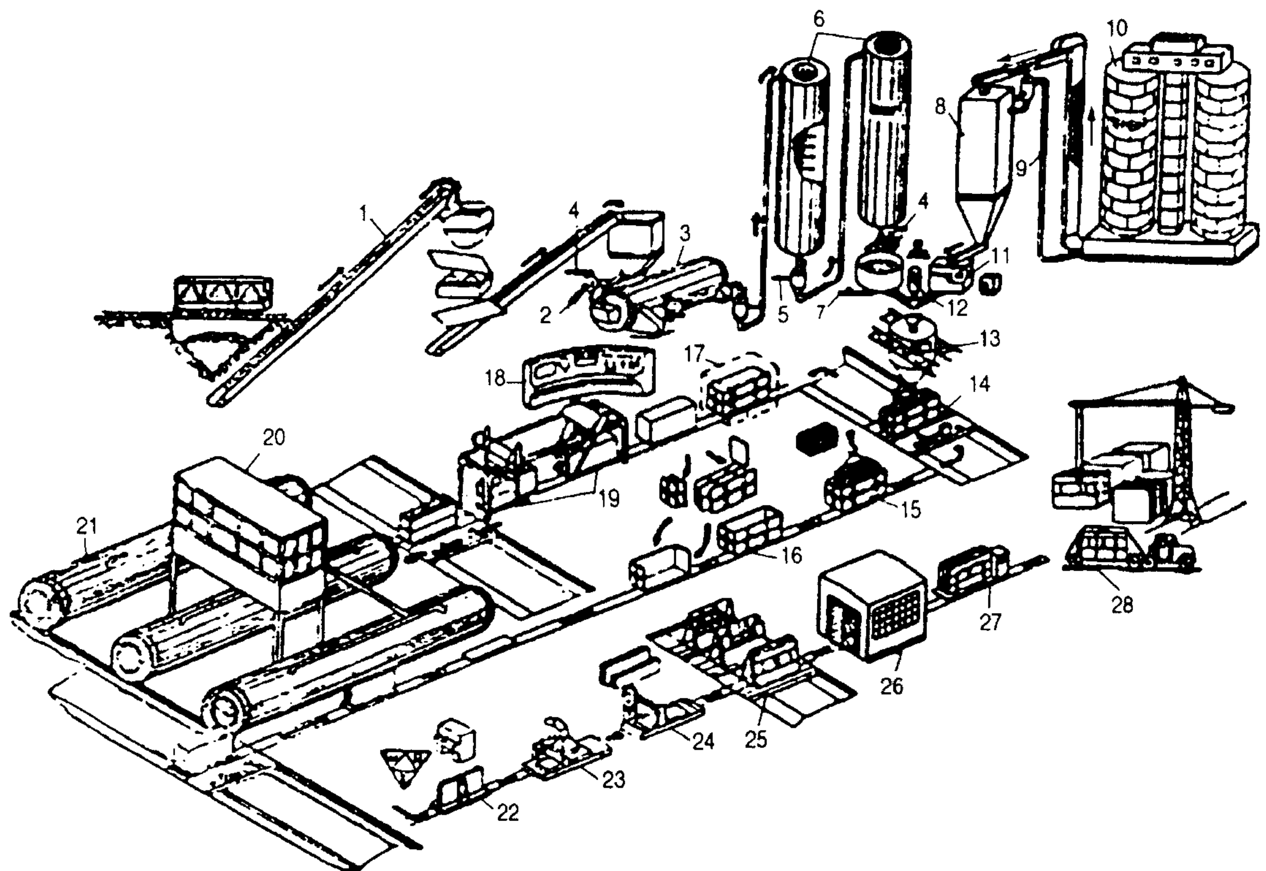
Giai đoạn 4 - hạ áp lực: 4

Giai đoạn 5 - làm nguội: 1

Chân không hoá: 1

Tổng cộng 17,5

Trước khi nâng áp lực trong áptôclap người ta mở các van trên hệ thống đường ống để đẩy không khí ra khỏi áptôclap và tháo nước ngưng tụ vào bể chứa nước ngưng tụ.



***Hình I.6**. Sơ đồ công nghệ sản xuất các cấu kiện gasbêtông theo công nghệ cắt*

1- cấp cát; 2- cấp vôi; 3- nghiền vôi; 4- cấp nước; 5- cấp không khí nén; 6- bể chứa bùn; 7- cấp hơi nước vào bình (thùng) cân của bùn; 8- bunker chứa ximăng; 9- hệ thống vận chuyển ximăng bằng không khí. 10- các xilô chứa ximăng; 11- cân để cân ximăng; 12-máy khuấy để chế tạo huyền phù bột nhôm; 13- máy trộn hỗn hợp bêtông khí dung tích 12m^3; 14- đổ hỗn hợp bêtông vào khuôn 6,61×1,69×1,6m; 15- đặt cốt thép; 16- lắp các thành khuôn; 17- buồng vi khí hậu; 18- trạm trung tâm; 19- cắt các cấu kiện vừa mới tạo hình và tháo bộ phận tạo rỗng; 20- buồng để đặt thiết bị để thực hiện chế độ tự động của quá trình gia công nhiệt ẩm trong áptôclap; 21- các áptôclap; 22- kiểm tra các đặc tính cơ lý của gasbêtông; 23- máy phay; 24- kiểm tra kích thước hình học; 25- lắp ghép thành cấu kiện lớn; 26- hoàn thiện; 27- xe chở sản phẩm ra; 28- xếp sản phẩm lên xe.

Đóng van trên đường ống để đẩy không khí ra khỏi áptôclap không sớm hơn qua 30 phút sau khi bắt đầu quá trình gia công nhiệt và khi qua van không khí thay vì không khí hơi nước bắt đầu thoát ra. Ngay sau khi trong bình thu gom nước ngưng tụ thay vì nước

xuất hiện hơi nước, thì van nước ngưng tụ được đóng ngay, còn van vào bô ngưng tụ phải được mở để thải đều đặn nước ngưng tụ. Người ta hạ áp lực của hơi nước trong áptôclap hoàn toàn hay từng phần trước hết bằng cách đóng van cấp hơi từ mạng cung cấp hơi, còn sau đó mở van chuyển hơi (với áp suất 1 - 0,3 MPa) và van xả hơi (với áp suất 1 - 0,3 MPa. Để xả nước ngưng tụ người ta mở từ từ van nước ngưng tụ trong thời gian 30 phút với giảm áp lực hơi nước trong áptôclap đến 0,1 - 0,2 MPa. Cấu kiện được tháo khuôn ở nhiệt độ 30 - 40°C, trước khi chưa đạt được nhiệt độ ấy các thành của khuôn chưa được mở.

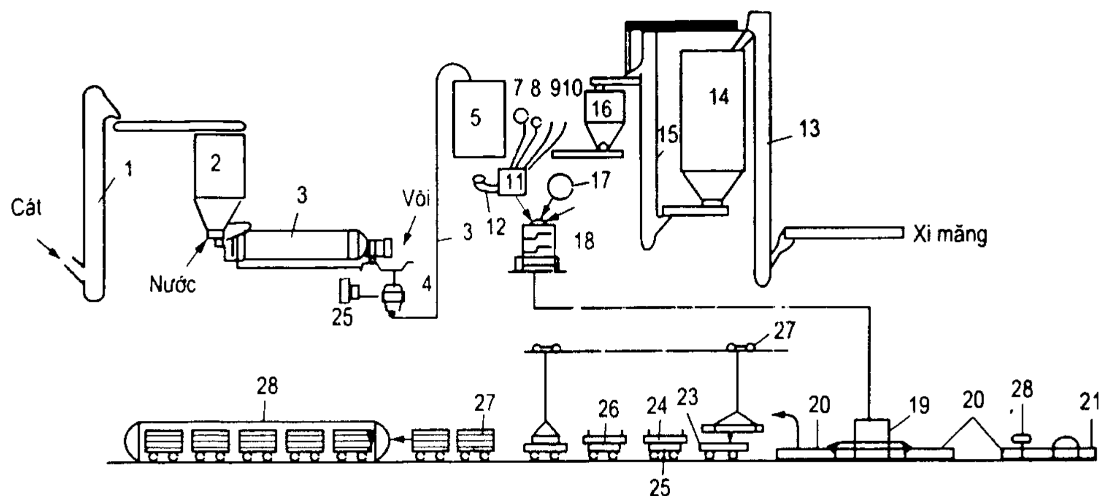
Sau khi gia công nhiệt ẩm các cấu kiện ở trong các khung chuyên dụng được hoàn thiện bằng cấp phối sau đây (% theo khối lượng): ximăng trắng mác PC- 40 là 15,3; cát (với độ lớn không quá 0,5mm) là 18,4; bụi của gasbêtông khô là 30,6; bột mầu (theo sắc mầu); sơn là 30,6; thủy tinh lỏng kali là 13; keo (dung dịch nước 2,5%) là 1,3.

Ở một số nhà máy khác người ta sản xuất các cấu kiện từ bêtông khí theo công nghệ cắt mà sơ đồ của nó được mô tả trên hình I.6. Theo sơ đồ này người ta tính đến việc kiểm tra trong các vị trí công nghệ tương ứng như kiểm tra độ mịn của bùn cát, hàm lượng của cát trong nó; nhiệt độ và tỷ trọng của bùn, chỉ số PH (hàm lượng các ion hydrô) trong hỗn hợp bêtông khí; độ nhớt của hỗn hợp bêtông khí, nhiệt độ trong buồng vi khí hậu, độ tăng của đàn hồi, sự tăng khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông khí và thể tích của nó; nhiệt độ và áp suất của hơi nước trong áptôclap, cường độ, độ ẩm và khối lượng thể tích của gasbêtông. Lượng dùng vật liệu cho $1m^3$ gasbêtông khối lượng thể tích $600kg/m^3$ và cường độ chịu nén 3 - 4 MPa (kg): ximăng poóclăng PC-40 là 300; cát với tỷ diện tích bề mặt 2500 - $2800cm^2/g$: 300; bột nhôm 0,5; chất ổn định cacbôsilmêtilsenlulôza (chất làm chậm ninh kết và để tăng cường độ của cấu kiện mới tạo hình): 0,3; kiềm natri (để thúc đẩy quá trình tạo khí): 1,5; nước (N/R = 0,62): 370*l*.

4.2. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO GASBÊTÔNG Ở MỘT NHÀ MÁY CỦA BA LAN

Trong một ngày nhà máy sản xuất gần $600m^3$ gasbêtông với khối lượng thể tích $700kg/m^3$. Ở nhà máy này quá trình sản xuất được tiến hành theo sơ đồ công nghệ sau đây (hình I.7).

Cát được đưa lên cao 17m bằng máy nâng gầu 1 với công suất 30T/giờ, được trang bị động cơ điện công suất 3,5 kW và được đưa vào xilô 2 trên khoảng cách 35,8m bằng băng tải. Cát được dự trữ trong hai xilô với dung tích $425m^3$. Toàn bộ cát dùng để chế tạo gasbêtông, đều được nghiền ướt trong hai máy nghiền bi dạng ống ba buồng 3, có đường kính 1,8m, dài 8m, công suất 9T/giờ. Mỗi một máy nghiền được trang bị máy cấp liệu và động cơ điện công suất 230 kW. Từ máy nghiền bùn được đổ vào máng bêtông hở, vôi sống nghiền và phế thải mới cũng được bổ xung vào máng này. Phần đầu thừa và phế phẩm được gia công trong máy trộn dung tích $1,5m^3$. Cát được nghiền nhỏ đến tỷ diện tích bề mặt $1700cm^2/g$, trong nó có chứa các phần tử có kích thước dưới 6μkm- trên 6% theo khối lượng của lượng thí nghiệm khô, dưới 8μkm - trên 80% và dưới 10 μm - trên 90 - 95%.



Hình I.7*. Sơ đồ công nghệ nguyên tắc chế tạo gasbêtông ở một nhà máy của Ba lan.*

Từ máng, bùn có tỷ trọng 1,62, lần lượt đi vào một trong hai bình thu gom khí nén 4, mỗi bình có dung tích $3m^3$. Từ các bình thu gom bùn được không khí nén với áp lực dư 0,4MPa đẩy theo đường ống dẫn bùn 5 vào bình chứa bùn trung gian 6 với thể tích $69m^3$. Để làm cho bùn đồng nhất hơn, cũng như để ngăn ngừa tác dụng xấu tiếp theo của các hạt vôi chưa tôi triệt để lên bêtông khí và của các phần tử tạp chất hữu cơ chưa được trung hoà triệt để ở trong cát, bùn cát được ủ trong các xilô trung gian trong một ngày đồng thời được khuấy trộn thường xuyên. Bên cạnh bình thu gom bùn 6 người ta đặt cân nước 7, máy trộn 8 để chế tạo huyền phù bột nhôm, đường ống dẫn khí nén 9 và đường ống dẫn hơi 10.Từ bình chứa trung gian 6 bùn chảy vào cân bùn 11, ở đây đặt nhiệt kế 12.

Ximăng sau khi dỡ tải từ các vagông được gầu xúc băng tải 13, có công suất 40T/giờ và động cơ điện với công suất 7,5 kW hoặc đưa vào xilô chứa ximăng 14 với thể tích $923m^3$, hoặc được máy nâng gầu 15 đưa vào bunker trung gian chứa ximăng 16 với thể tích $10m^3$. Lượng ximăng cần thiết cho một mẻ trộn được cân trên các cân 17 có dung tích $1,5m^3$.

Nước từ cân 7 với dung tích $0,55m^3$ được bổ xung vào cân 11. Bột nhôm từ máy trộn 8 cũng được đưa vào cân 11 thông qua máy trộn năm lít được lắp ở phần trên của cân này. Máy trộn năm lít dùng để chế tạo huyền phù bột nhôm. Đường ống dẫn không khí nén 9 được dẫn vào cân 11 để xục bùn, cũng như đường ống dẫn hơi nước 10 được dẫn vào để đốt nóng bùn bằng hơi nước đến nhiệt độ 45°C.

Trong nhà máy có hai đường sắt để cho các máy trộn bêtông khí tự hành 18 và 19 di chuyển. Máy trộn bêtông khí là thùng hình trụ dung tích $4,8m^3$, được trang bị trục khuấy với ba tầng cánh khuấy quay với tần số 55 vòng/phút. Các cánh khuấy quay được nhờ động cơ điện với công suất 11kW. Động cơ khác với công suất 4,5 kW làm cho xe của máy trộn di chuyển.

Người ta đổ hỗn hợp bêtông khí vào các khuôn 20. Khuôn được lau dầu bằng dầu máy thải và được chèn các khe hở bằng khối thuỷ đã đông đặc (phế thải của các lần đổ trước) và đặt khung thép. Khuôn được đặt thành dãy dọc theo hai bên đường ray, mà máy trộn bêtông khí di chuyển trên nó. Đổ khuôn được tiến hành trong 1- 2 phút. Sau 4- 5 giờ khuôn cùng với hỗn hợp bêtông được cầu trục 22, có trang bị bộ phận móc cẩu đặc biệt, được vận chuyển đến các vagông phẳng 23, đứng ở trước máy cắt dọc 24.

Mỗi một nhịp nhà của xưởng có hai cần trục cầu. Cần cẩu có nhịp 16m, tải trọng 5T, công suất của động cơ điện 4,5kW và tốc độ chuyển động của nó 4m/phút. Xe con của cầu trục cùng với tời di chuyển được nhờ động cơ điện công suất 2kW với tốc độ 20m/phút. Khuôn được nâng lên cao 2,5m với tốc độ cực đại 5m/phút bởi động cơ điện công suất 13kW. Để tránh giật mạnh tời điện có ba tốc độ để nâng và hạ khuôn, điều đó có ý nghĩa quan trọng tránh gây phế phẩm.

Sau khi đặt khuôn lên vagông phẳng phần lồi lên trên mặt trên của thành khuôn (phần lồi) được cắt bằng máy cắt đặc biệt. Bêtông khí đã ninh kết cắt ra được vận chuyển đến chỗ máy trộn dùng cho phế thải 25. Sau khi cắt phần lồi các thành khuôn được mở ra sau đó vagông phẳng cùng với khuôn di chuyển vào dưới máy cắt để cắt thành các cấu kiện nhỏ. Máy để cắt dọc 24 có khung di động trong hướng ngang để cắt tiếp theo khối trong khuôn, được đặt lên hai đường ray ở bên cạnh.

Người ta cắt khối bằng sợi thép, sợi thép này được kẹp chặt và căng trên khung đặt thẳng đứng. Khung này có thể chuyển động lên trên và xuống dưới. Khối đã ninh kết ở trong khuôn được cắt với độ sâu 24cm trong một vài giây. Trên mặt sườn của các blốc sau khi cắt còn lại các rãnh bán tròn nằm cách nhau một khoảng 12cm. Sau khi cắt dọc người ta chuyển khuôn đến dưới máy để cắt ngang 26. Để cắt ngang người ta đặt hai máy, mỗi máy có động cơ điện công suất 7,5 kW và trang bị cơ cấu để chuyển dịch các vagông phẳng với động cơ điện công suất 1kW. Trong 1 giờ mỗi máy cho đi qua được 6 - 8 khuôn.

Khuôn cùng với các blốc đã cắt được cầu trục chuyển sang các vagông phẳng, đứng trên các đường ở trước các áptôclap. Trên mỗi một vagông 27 người ta đặt năm tầng khuôn. Trong mỗi áptôclap 28 đường kính 2,4m và dài 32m đặt được năm vagông với 25 khuôn. Thể tích bên trong của áptôclap là 143,7m^3. Áp lực dư làm việc của áptôclap là 1MPa.

Chương 5

GIA CÔNG NHIỆT ẨM VÀ CHÂN KHÔNG HOÁ CÁC CẤU KIỆN BÊTÔNG XỐP KÍCH THƯỚC LỚN

Khi xác định thời gian của các giai đoạn riêng biệt của quá trình cứng rắn trong áptôclap của các cấu kiện bêtông xốp và silicát xốp kích thước lớn, cũng như của bêtông silicát với cốt liệu rỗng và không có chúng cần phải tuân thủ hàng loạt các yêu cầu.

Trong giai đoạn gia công nhiệt dưới áp xuất thường, nghĩa là ở nhiệt độ của môi trường hơi nước không khí dưới 100°C, cũng như trong giai đoạn gia công bằng hơi nước, nghĩa là trong thời gian các cấu kiện ở trong môi trường hơi nước không khí hay hơi nước dưới áp lực cao hơn áp xuất khí quyển, phải làm sao cho, chỉ số ứng xuất riêng trong điểm bất kỳ của thể tích cấu kiện phải tương đối nhỏ hơn ứng xuất giới hạn cho phép khi chịu kéo của bêtông xốp ở thời điểm ấy.

Ứng suất riêng được phân ra thành ba loại: ứng xuất cấu trúc vi mô, xuất hiện do sự phân bố không đồng đều của trường nhiệt và trường ẩm trong thể tích (khối) của bêtông, khi có các điều kiện, cản trở biến dạng tự do do co ngót, trương nở và nhiệt độ; ứng suất cấu trúc vi mô, được tạo thành do biến dạng ẩm và nhiệt khác nhau của các hạt cốt liệu của bêtông hay của vữa, của lớp và của các chất mới tạo thành hiđrát bao quanh nó; ứng suất cấu trúc siêu vi mô, xuất hiện do tác dụng tương hỗ của các phần tử của mạng lưới tinh thể với thành phần gel của đá ximăng. Ứng xuất vi cấu trúc và siêu vi cấu trúc riêng có thể gây nên và đang gây nên khuyết tật cấu trúc, ảnh hưởng lớn đến sự giảm các chỉ tiêu cường độ của vật liệu.

Nội ứng suất cấu trúc vi mô xuất hiện trong vật liệu do sự khác biệt về tính chất của các vùng riêng biệt của nó vì tính không đồng nhất. Nếu như các trị số của nội ứng suất vi mô trong vật liệu với độ đồng nhất cao, với sự tiến gần trạng thái cân bằng nhiệt - ẩm có thể tiến gần tới không, thì trong vật liệu không đồng nhất các ứng suất ấy không bị triệt tiêu . Trong trường hợp này cường độ của vật liệu làm thay đổi giá trị của các ứng suất tác dụng lâu dài ấy.

Trong quá trình gia công nhiệt ẩm của khối bêtông xốp thấy sự thay đổi cấu trúc, do sự thay đổi này mà ở mỗi thời điểm khối đang cứng rắn có các tính chất hoá - lý và cơ xác định. Tương ứng với mỗi thời điểm của quá trình cứng rắn có biến dạng tự do riêng $\varepsilon_{t.d}$ của mình, nên đo chúng trên các mẫu nhỏ, thí dụ, 1×4×18 cm bằng nhạy cảm dặc biệt (hình I.8). Đo các biến dạng ở bên trong, trong những điểm khác nhau của mặt cắt của cấu kiện lớn bằng chính các nhạy cảm ấy cho thấy các biến dạng $\varepsilon_{t.t}$ về trị số khác

biệt với $\varepsilon_{t.d}$. Nguyên nhân của sự khác biệt ấy là ở chỗ, các lớp của khối đang cứng rắn, nằm ở gần vùng, mà trong nó biến dạng được xác định bằng nhạy cảm, do sự khác biệt của nhiệt độ và độ ẩm ở mức độ này hay khác, nhưng các giá trị của biến dạng nhất thiết thay đổi hoặc tăng lên, hoặc giảm đi. Bằng cách đo biến dạng ở bất kỳ điểm nào trong thể tích của cấu kiện $\varepsilon_{t.t}$, không ghi lại biến dạng, gây nên trạng thái ứng suất, mà hiệu của các biến dạng tự do $\varepsilon_{t.d}$ và biến dạng riêng ε_r. Ứng suất nén xuất hiện khi:

$$\varepsilon_{r.n} = \varepsilon_{t.d} - \varepsilon_{t.t},$$

Còn ứng xuất kéo khi:

$$\varepsilon_{r.k} = \varepsilon_{t.t} - \varepsilon_{t.d}.$$

Ứng xuất kéo bằng:

$$\sigma_{rk} = (\varepsilon_{tt} - \varepsilon_{td})E\frac{1}{1-V},$$

Về phần mình các giá trị giới hạn của cường độ khi kéo, được thí nghiệm các ứng suất riêng, bằng:

$$\sigma_{ng.k}^{g.h} = \sigma_k^{g.h} - \sigma_r$$

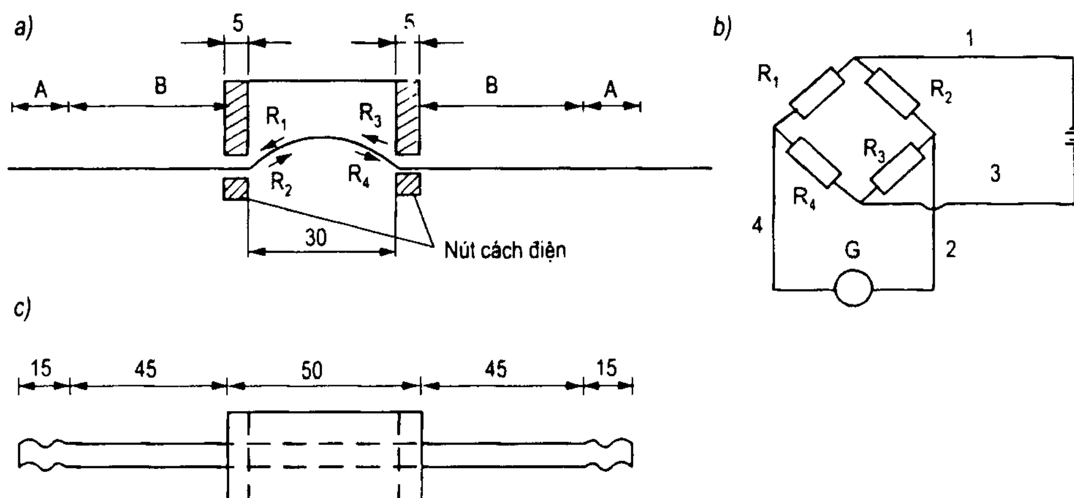
* Sau này giá trị 1/(1 - V) (V- hệ số Puassôn) trong rất nhiều trường hợp chúng ta bỏ qua, bởi vì trong những điều kiện của trường nhiệt không đồng đều trong mặt cắt của cấu kiện có các lớp không những chịu kéo, mà còn chịu nén.

Sau khi so sánh $\sigma_r^{g.h} = \sigma_k^{g.h} - \sigma_{ng.k}^{g.h}$ và đưa biểu thức thu được vào công thức trên, ta có:

$$\sigma_k^{g.h} - \sigma_{ng.k}^{g.h} = (\varepsilon_{t.t} - \varepsilon_{t.d})E_{d.n}$$

hay:

$$\sigma_{ng.k}^{g.h} = \sigma_k^{g.h} - (\varepsilon_{t.t} - \varepsilon_{t.d})E_{d.n}$$



Hình I.8. *Nhạy cảm của A.I. Avacôp, K.E.Gorainốp và L.T.Iakôplep*

a) Cắt theo nhạy cảm; b) Dạng chung của nhạy cảm nhìn từ trên xuống; c) Sơ đồ điện của nhạy cảm

Trong trường hợp $\sigma_{ngk}^{gh} = 0$, bắt đầu sự phá hoại của vật liệu

$$\sigma_k^{g.h} \le (\varepsilon_{t.t} - \varepsilon_{t.d})E_{d.n}$$

Để cho tiện sử dụng về sau các công thức dẫn chứng ta ký hiệu $\varepsilon_{t.t} - \varepsilon_{t.d} = \varepsilon$

Tỷ lệ giá trị của các biến dạng riêng trên chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt và điểm ở giữa $t_{tâm}$ của mặt cắt của cấu kiện được biểu diễn:

$$\frac{\varepsilon_{t.t} - \varepsilon_{t.d}}{(t_{b.m} - t_{tâm})K} = \alpha_y$$

Đã được xác định rằng, khi bị đốt nóng nhiệt độ tăng chậm nhất từ các điểm trên bề mặt của cấu kiện trong khuôn nằm ngang xẩy ra không phải ở điểm trung tâm, mà ở điểm chuyển dịch theo chiều cao về phía đáy của khuôn. Chênh lệch nhiệt độ của điểm trung tâm và điểm, ở đó dòng nhiệt bằng không, là từ 2 đến 5°C. Nhưng , như đã thấy trên hình I.9 và I.10, điều này không tính đến ma sát ở đáy của khuôn và cốt thép thực chất không ảnh hưởng đến đặc trưng của biểu đồ. Khi xác định chênh lệch nhiệt độ có thể lấy $t'_{tâm} = t_{tâm} + (2 \div 5)$°C và trong trường hợp khi mà khối bêtông xốp lớn được gia công nhiệt ẩm.

Trên các biểu đồ của hình I.9 biểu diễn nhiệt độ và biến dạng, đã được đo trong điều kiện sản xuất thực tế khi sản xuất các panel silicát khí với kích thước 0,2 × 1,4 × 6 m với khối lượng thể tích 700kg/m^3 và cường độ chịu nén gần 7,5MPa. Panel đã được chế tạo với sử dụng chấn động kết hợp và tỷ lệ nước vật chất rắn 0,33. Theo các biểu đồ trên ngoài các biến dạng đã được đo thực tế trong thân của cấu kiện $\varepsilon_{t.t}$ còn vẽ các đường biến dạng, đã được đo trên các mẫu nhỏ tự do $\varepsilon_{t.d}$, có thể theo dõi sự thay đổi từ từ ε_r theo trị số, cũng như theo dấu . Những giá trị của ε_r được chỉ ra trong sự phụ thuộc vào nhiệt độ trong điểm đang được xem xét của cấu kiện.

Lực lớn nhất trong trường hợp phân bố parabôl của nhiệt độ trong mặt cắt của cấu kiện bằng:

- Khi đốt nóng (MPa):

$$\sigma_{d.n} = (t_{b.m} - t_{tâm})E_{d.n}\alpha K_{d.n}$$

- Khi làm nguội (MPa):

$$\sigma_0 = (t_{tâm} - t_{bm})E_0\alpha K_0$$

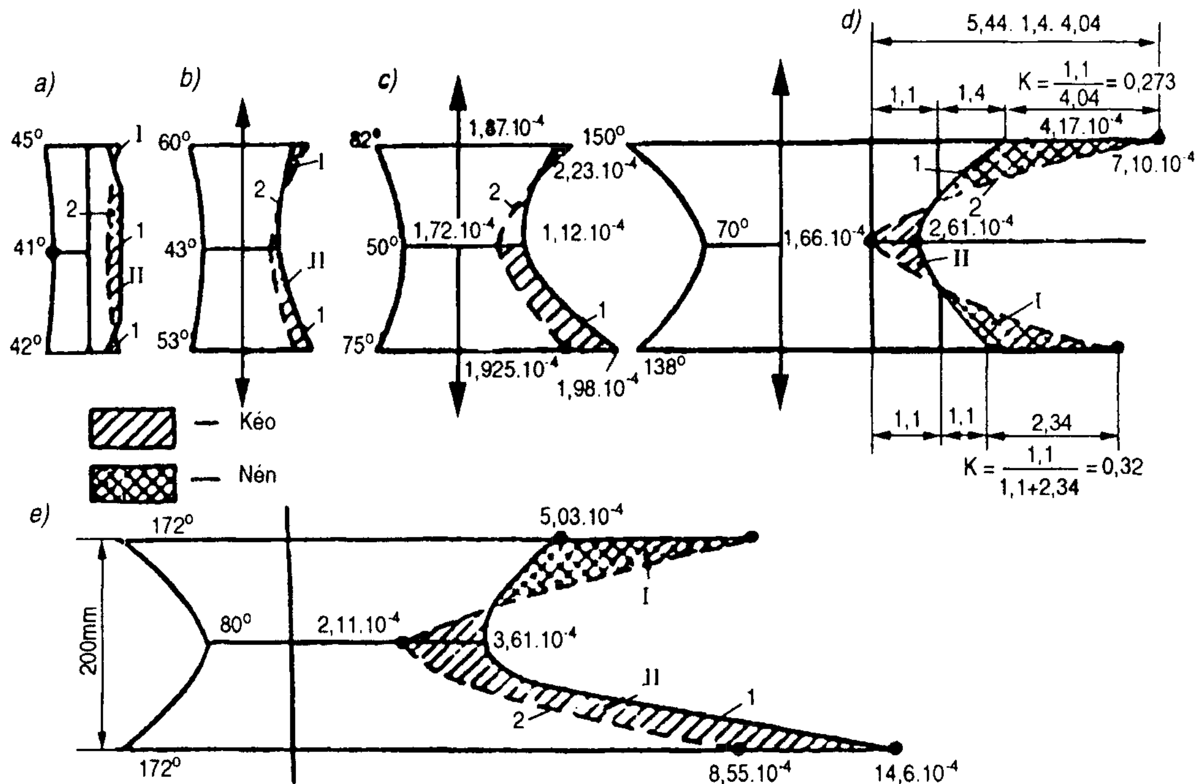
Với phân bố parabôl của nhiệt độ và biến dạng K = 0,33 và K_0 = 0,66, nhưng, như thấy từ biểu đồ của hình I.9, d và e, giá trị của K có thể khác đi, thí dụ, khi đốt nóng bằng 0,24 - 0,28 tương ứng đối với phần trên và phần dưới của panel và 0,3 đối với phần trên của panel:

$$K_d = \frac{2,61 - 1,61}{(2,61 - 1,61) + (7,1 - 4,17)} = 0,245\ ;$$

$$K_{tr} = \frac{2,61-1,61}{(2,61-1,61)+(6,2-3,86)} = 0,28;$$

$$K_d = \frac{3,61-2,4}{(3,61-2,4)+(8,55-0,53)} = 0,3$$

Ngoài ra, ma sát với đáy của khuôn có thể ảnh hưởng đến giá trị của hệ số K_d (hình I.9e). cũng như nhiệt độ lúc đầu của gia công nhiệt và sự toả nhiệt. Trong các trường hợp sau cùng khi K_d có thể gần bằng 1.



Hình I.9. Nhiệt độ và biến dạng ở mặt cắt trung tâm của panel silicát khí rung kích thước 0,2 × 1,4 × 6m

a) Qua 0,5 giờ; b) Qua 1giờ; c) Qua 1,5 giờ; d) Qua 2 giờ; e) Qua 2,5 giờ; I- nén; II- kéo ; 1- $\varepsilon_{t.t}$; 2- $\varepsilon_{t.d}$

Sau khi đã so sánh $\sigma_{d.n}$ theo các phương trình đã dẫn ở trên, ta được:

$$(\varepsilon_{tt} - \varepsilon_{td})E_{dn} = (t_{bm} - tt_{tâm})E\alpha_{dn}K_{dn}, \text{ từ đó:}$$

$$\alpha_y = \frac{(\varepsilon_{t.t} - \varepsilon_{t.d})}{(t_{bm} - t_{tam})}K_{d.n}$$

Với tư cách là một trong các ví dụ trong bảng I.9 dẫn ra các giá trị của biến dạng giới hạn khi chịu kéo $\varepsilon_k^{g.h}$ của bêtông xốp, được xác định theo các biến dạng giới hạn khi nén $\varepsilon_n^{g.h}$, nhưng có thừa số 0,08, $\varepsilon_k^{g.h} = 0,08\varepsilon_n^{g.h}$. Ở đây người ta lấy môđun biến dạng khi kéo của bêtông xốp bằng 2 lần lớn hơn môđun biến dạng khi nén, còn giới hạn của cường độ khi kéo khoảng 5 - 6 lần nhỏ hơn giới hạn của cường độ chịu nén.

Đối với trường hợp cụ thể (xem hình I.9, d và e) đã xác định được các giá trị của $\varepsilon_k^{g.h}$, chúng bằng 0,095 và 0,15 mm/m, nghĩa là nhỏ hơn cho phép (bảng I.9). Các giá trị của α, khi coi phân bố của các đường cong biến dạng đối xứng, sẽ là:

- Đối với $t_{b.m}$ = 150°C và $t_{tâm}$ = 70°C:

$$\alpha_y = \frac{(2,61 - 1,61).10^{-4}}{(150-70).0,245} = 6,9.10^{-6} \text{ độ}^{-1};$$

- Đối với $t_{b.m}$ = 138°C và $t_{tâm}$ = 70°C:

$$\alpha_y = \frac{(2,61 - 1,61).10^{-4}}{(138-70).0,88} = 5.10^{-6} \text{ độ}^{-1};$$

- Đối với $t_{b.m}$ = 172°C và $t_{tâm}$ = 80°C:

$$\alpha_y = \frac{(3,61 - 2,11).10^{-4}}{(172-80).0,30} = 5,46.10^{-6} \text{ độ}^{-1};$$

Sử dụng các phương trình đối với $\sigma_{g.h}$ và σ_0, người ta xác định chênh lệch cho phép của nhiệt độ theo mặt cắt của cấu kiện ở trạng thái giới hạn (0°C):

- Khi đốt nóng:

$$\Delta t_{g.h} = (t_{b.m} - t_{tâm}) = \frac{3}{\alpha_y}\cdot\frac{\sigma_{g.h}}{E} = \frac{3}{\alpha_y}\cdot(\varepsilon_k^{g.h})_{d.n}$$

- Khi làm nguội:

$$\Delta t_{g.h} = (t_{tâm} - t_{b.m}) = \frac{1,5}{\alpha_y}\cdot\frac{\sigma_0}{E_0} = \frac{1,5}{\alpha_y}\cdot(\varepsilon_k^{g.h})_{l.n}$$

Trong đó: E và E_0 - môđun đàn hồi (cát tuyến hay môđun biến dạng) trong những thời điểm riêng biệt của quá trình cứng rắn của bêtông xốp; $(\varepsilon_k^{g.h})_{d.n} = \delta_{d.n}/E_{d.n}$ và $(\varepsilon_k^{g.h})_{l.n} = \delta_0/E_0$ biến dạng khi kéo mm/m (xem bảng I.8).

Bảng I.8. Biến dạng giới hạn khi chịu kéo của bêtông và silicát xốp $\varepsilon_k^{g.h}$, mm/m

Nhiệt độ trung bình của vật liệu theo khối, 0°C	Khối lượng thể tích, kg/m³							
	Bêtông tro khí		Bêtông khí		Silicát tro khí		Silicát khí	
	810- 840	970-1010	810-825	1170-1200	750-800	905-930	810-825	1050-1080
40				0,064				
60		0,18		0,078				
80	0,16	0,2		0,068				
100	0,184	0,22	0,28	0,069	0,16	0,34	0,28	
105	0,14	0,72	0,15	0,075	0,41	0,255	0,18	0,43
119	0,16	0,695	0,22	0,074	0,25	0,23	0,18	0,64
183,7	0,2	0,2	0,2	0,018	0,18	0,2	0,2	0,2

Sử dụng các giá trị tìm được của biến dạng giới hạn trong kết quả thực nghiệm, cũng như lấy giá trị của $\delta = 8 \times 10^{-6}$độ $^{-1}$, người ta xác định được chênh lệch giới hạn của nhiệt độ (bảng I.9), cũng như các giá trị giới hạn của cường độ chịu kéo (bảng I.10) cường độ chịu kéo của bêtông khí dùng ximăng phiến thạch sau khi gia công nhiệt trong áptôclap có các giá trị từ 0,4 đến 0,65 MPa. Các chỉ số xác định được với bề dày của panel 2R = 40cm, do đó, $\Delta t_{độ} = \dfrac{\Delta t_{gh}}{0,2} = \Delta t_{g.h}.5$.

Thí dụ, với $\Delta t_{độ} = 61°C$, $\Delta t_{độ} = 305°C$. Với sự giảm của bề dày của panel từ 40 đến 20 cm, các giá trị tăng khoảng 30%.

Dưới đây dẫn ra các hệ số giãn nở dài của bêtông khí với khối lượng thể tích 690kg/m^3, được chế tạo từ 1p.t.k của ximăng, 1p.t.k của vôi sống và 3p.t.k của cát với tỷ diện tích bề mặt 4000cm^2/g, đã được gia công nhiệt ẩm theo chế độ 1+ 1 + 4 +15 + 2 = 23giờ, theo các số liệu của M.Ia.Kriviski và A.N.Chastnưi.

Nhiệt độ °C	25-50	50-100	100-140	140-174,5	174,5-140	140-100	100-20
Hệ số giãn nở dài, độ$^{-1}$	14.10^{-6}	$11,6.10^{-6}$	15.10^{-6}	$5,7.10^{-6}$	$8,7.10^{-6}$	5.10^{-6}	$16,3.10^{-6}$

Trong giai đoạn đốt nóng hằng nhiệt, thời gian của giai đoạn được lựa chọn có tính đến sự cân bằng hoàn toàn của nhiệt độ theo mặt cắt của các cấu kiện và sự đạt được cường độ cần thiết của vật liệu. Thêm vào đó thời gian đốt nóng hằng nhiệt này không được vượt quá thời gian tối ưu nhất định, sau điểm tối ưu đó hoặc là không có sự tăng đáng kể của cường độ chiu nén , hoặc là thấy xuất hiện sự giảm cường độ chịu nén của vật liệu (hình I.10).

Bảng I.9. Chênh lệch giới hạn của nhiệt độ $\Delta t_{g.h}$ trong thời gian đốt nóng, với nó tính toàn khối củ ı vật liệu có thể bị phá hoại, °C

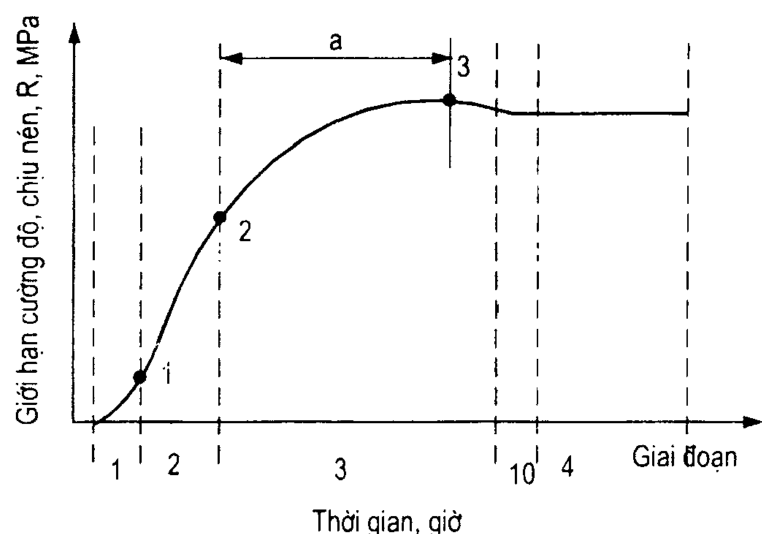
Nhiệt độ trung bình của vật liệu theo khối, °C	Khối lượng thể tích, kg/m^3							
	Bêtông tro khí		Bêtông khí		Silicát tro khí		Silicát khí	
	810-840	970-1010	810-825	1170-1200	750-800	905-930	810-825	1060-1080
40				24				
60		69		30				
80	61	76		26				
100	70	85	102	26	61	129	106	
105	55	274	58	28	158	197	70	162
119	61	215	83	28	95	106	68	242
183,7	75	75	75	75	56	56	75	75

Bảng I.10. Các giá trị giới hạn của cường độ chịu kéo của bêtông khí và silicát khí đã được nghiên cứu, MPa

Nhiệt độ trung bình của vật liệu theo khối, °C	Khối lượng thể tích, kg/m³							
	Bêtông tro khí		Bêtông khí		Silicát tro khí		Silicát khí	
	810-840	970-1010	810-825	1170-1200	750-800	905-930	810-825	1060-1080
60				0,09				
80	0,137	0,253		0,109				
100	0,179	0,524	0,14	0,18	0,096	0,06	0,09	
105	0,19	0,548	0,107	0,14	0,13	0,12	0,06	0,135
119	0,226	0,66	0,207	0,17	0,29	0,19	0,06	0,165

Trong giai đoạn giảm áp trong áptôclap (trong số đó và khi chân không hoá) người ta xác định thời gian của giai đoạn này từ điều kiện đi qua một đơn vị bề mặt không có màn chắn của một khối như thế của hơi nước, với nó áp lực được tạo nên trong quá trình đi qua của nó ở trong lòng các lỗ rỗng của vật liệu không gây nên ứng suất kéo lớn hơn những ứng suất trong thời điểm ấy mà vật liệu có thể chịu đựng được.

Trong thời kỳ này xảy ra sự tạo thành hơi nước dữ dội: xảy ra sự sôi của nước đã được tích tụ trong vật liệu và làm nguội nó. Lượng nước bốc hơi được xác định bởi lượng nhiệt đã được tích nạp trong các giai đoạn trước đó. Trong bêtông xốp áp xuất trong toàn bộ mặt cắt của cấu kiện được cân bằng nhanh chóng, nhưng khi giảm áp xuất của hơi nước xuống dưới áp xuất khí quyển (khi chân không hoá) xuất hiện áp xuất, tác động từ trong lòng khối bêtông xốp ra bề mặt của nó khoảng 0,015 - 0,025 MPa.



Hình I.10. Đồ thị xác định thời gian của giai đoạn đốt nóng bằng nhiệt

1- điểm giới hạn của cường độ chịu nén ở thời điểm kết thúc thời kỳ thứ nhất của quá trình gia công nhiệt ẩm trong áptôclap; 2- cũng thế ở thời điểm đạt được nhiệt độ và áp xuất cực đại trong áptôclap; 3- điểm đạt được cường độ lớn hơn cả của vật liệu; a- thời gian tương đối của đốt nóng bằng nhiệt

Tuân thủ những điều kiện căn bản đã được diễn đạt ở trên, có thể tính toán với độ chính xác đủ cho thực tiễn, thời gian cần thiết tối thiểu của các thời kỳ riêng biệt của chế độ gia công nhiệt ẩm trong áptôclap, còn sau đó, hành động phù hợp với điều kiện thực tế, trong số đó với sự cần thiết phải thổi áptôclap đủ để tăng giá trị của

hệ số truyền nhiệt α và chuyển xả hơi nước từ một áptôcláp sang áptôclap khác, làm chính xác chế độ đã được lựa chọn của quá trình gia công nhiệt ẩm các cấu kiện bêtông xốp lắp ghép kích thước lớn, không được phép để chúng quá lâu trong áptôclap trong những thời kỳ, khi điều đó không cần thiết.

Tiếp theo đây dẫn ra kết luận của các công thức và một trong những phương án tính toán chế độ gia công nhiệt ẩm trong áptôlaclap cho các panel được chế tạo từ bêtông xốp.

5.1. KẾT LUẬN CÁC CÔNG THỨC CƠ BẢN

Nếu như vật thể được đốt nóng trong môi trường với nhiệt độ không đổi, thì lượng nhiệt dQ, truyền cho vật thể được xác định: bởi hệ thống số truyền nhiệt α, hiệu của các nhiệt của môi trường và của vật thể $(t_0 - t_s)$, bề mặt được đốt nóng F và thời gian đốt nóng dτ:

$$dQ = \alpha F (t_0 - t_s)\, d\tau;$$

bởi tỷ nhiệt dung của cấu kiện được đốt nóng c_s, bởi thể tích V_s của nó và khối lượng thể tích của vật liệu G_s, cũng như sự tăng nhiệt độ của nó dt trong thời gian dτ.

$$dQ = G_s C_s V_s dt_s.$$

Sau khi so sánh cả hai phương trình, ta có phương trình cơ bản của cân bằng nhiệt

$$\alpha F(t_0 - t_s)d\tau = G_s C_s V_s dt_s.$$

Ta tách các biến số trong phương trình cơ bản của cân bằng nhiệt.

$$\frac{\alpha F}{G_s C_s V_s} d\tau = \frac{dt_s}{t_o - t_s}$$

Sau khi lấy tích phân phương trình trên ta nhận được dạng:

$$\frac{\alpha F}{G_s C_s V_s} \cdot \tau = -Ln(t_0 - t_s) + C_0$$

Xác định hằng số tích phân C_0 từ điều kiện $t_0 = 0$ khi $\tau = 0$, nghĩa là:

$$\ln t_0 + C_0 = 0;\ C_0 = \ln t_0$$

Sau khi thay giá trị của C_0, ta được phương trình

$$\frac{\alpha F}{G_s C_s V_s} \cdot \tau = -Ln(t_0 - t_s) + \ln t_0 = \ln \frac{t_0}{t_0 - t_s},$$

Từ nó rút ra được công thức để xác định thời gian đốt nóng cấu kiện đến nhiệt độ đã định:

$$\tau = \frac{G_s C_s V_s}{\alpha F} \cdot \ln \frac{t_0}{(t_0 - t_s)}$$

Nhiệt độ, mà vật thể được đốt nóng đến nhiệt độ đó trong thời gian đã định τ, được tính theo công thức:

$$\frac{t_s}{t_0} = 1 - e^{-\frac{\alpha F}{G_s C_s V_s}} = \exp\left(\frac{\alpha F}{G_s C_s V_s}\tau\right).$$

Trong trường hợp, khi mà nhiệt độ ban đầu không bằng 0, mà bằng $t_{d.n}$, thì phương trình trên sẽ có dạng:

$$\frac{t_s - t_{dn}}{t_0 - t_{dn}} = 1 - \exp\left(\frac{\alpha F}{G_s C_s V_s}\tau\right).$$

Ta cho hiệu chỉnh vào phương trình của thời gian đốt nóng của vật liệu thực, so sánh với vật liệu có độ dẫn nhiệt lớn vô cùng, nó có thể lấy theo Kitaép, đối với tấm bằng:

$$\frac{t.\lambda}{t_\infty} = 1 + \frac{B_i}{3} = 1 + \frac{\alpha R}{3\lambda_{td}}$$

R- bán kính của quả cầu và ống trụ hay nửa bề dày của tấm, cũng như chỉ số đặc tính (theo A.V.Lưkốp), bằng V_s:F.

Sau khi cho thêm hiệu chỉnh ấy và biến đổi ta được phương trình để xác định nhiệt (ở giữa khối của cấu kiện), mà cấu kiện đạt được ở cuối thời kỳ tính toán

$$t_{s.c} = (t_o - t_{d.n}).\left(1 - e^{-\frac{\alpha F}{G_s C_s V_s}\cdot\frac{\tau}{1+\frac{1}{3}\frac{\alpha R}{\lambda_{d.n}}}}\right) + t_{d.n}$$

Trị số (mật độ) của dòng nhiệt Q, đã chảy qua trong τ giờ của thời kỳ, mà trong quá trình của thời kỳ này nhiệt độ trung bình của cấu kiện tăng từ nhiệt độ $t_{d.n}$ đến $t_{s.c}$ qua $1m^2$ bề mặt của cấu kiện, là W/m^2:

$$Q = (t_{s.c} - t_{d.n})\frac{G_s C_s V_s}{F}.$$

Chênh lệch nhiệt độ (°C):

$$T_{b.m} - t_{tâm} = \frac{QR}{2\lambda_{t.d}}$$

Građien của nhiệt độ (°C/m):

$$\Delta t_{độ} = \frac{t_{b.m} - t_{tâm}}{R}$$

Tốc độ đốt nóng cho phép khi cộng hai phương trình đó bằng (°C/giờ):

$$\frac{t_{s.c} - t_{d.n}}{\tau} = \frac{dt_s}{d\tau} = \frac{t_{b.m} - t_{tâm}}{\frac{R}{2\lambda_{td}}\,\frac{G_s C_s V_s}{F}}$$

Nhiệt độ với chế độ gia công nhiệt ẩm trong áptôclap được xác định theo công thức sau đây:

$$t_{mc} = t_{tâm\ d} + \Delta t_{gh}$$

Trong đó:

$t_{m.c}$ - nhiệt độ của môi trường trong áptôclap ở cuối thời kỳ tính toán, °C;

$t_{tâmd}$ - nhiệt độ ở điểm trung tâm của cấu kiện ở đầu của thời kỳ tính toán,°C (xem hình I.12).

Trước đây chúng ta đã đưa ra công thức kết luận đối với nhiệt độ của cấu kiện, nhiệt độ trung bình theo khối ở cuối thời kỳ tính toán dưới dạng:

$$t_{s.c} = (t_{m.c} - t_{d.n})\,(1 - e^{-x}) + t_{d.n}$$

Trong đó: $t_{d.n}$ - nhiệt độ trung bình theo khối của cấu kiện ở đầu thời kỳ tính toán (°C):

$$X = \frac{\alpha F}{G_s C_s V_s} \cdot \frac{\tau}{1 + \frac{1}{3}\frac{\alpha . R}{\lambda_{t.d}}}$$

Trong đó:

α- hệ số chuyển nhiệt, W $(m^2.°C)$;

λ_{td} - độ dẫn nhiệt tương đương của khối bêtông xốp hay của bêtông silicát nặng, được gia công nhiệt trong áptôclap, W/(m.°C).

Các giá trị của hệ số truyền nhiệt và dẫn nhiệt trong các thời kỳ và các giai đoạn khác nhau của quá trình cứng rắn trong áptôclap khác nhau.

Công thức để xác định độ dẫn nhiệt tương đương có thể đưa ra dưới dạng chung:

$$\lambda_{t.d} = \frac{(t_{s.c} - t_d)G_s C_s}{2(t_{b.m.t.b} - t_{tâm.t.b})M_{b.m}^2 \tau} = \frac{(t_{s.c} - t_c)G_s C_s V_s^2}{(t_{b.m.t.b} - t_{tâm.t.b})\tau F^2}.$$

Thông số t_o - nhiệt độ trung bình của môi trường, °C; còn hệ số truyền nhiệt:

$$\alpha = \frac{bG_s C_s V_s}{F\tau + \left(\frac{bG_s C_s V_s}{3\lambda_{t.d}}\right)}$$

Trong đó:

$$b = 2,32 lg\left[1 - \frac{3\lambda_{t.d}}{R}(t_{b.m.c} - t_s)\frac{\tau F}{G_s C_s V_s}\right];$$

t_{sc} - nhiệt độ trung bình theo khối của cấu kiện, °C;

$t_{s.c}$ và t_d - nhiệt độ tương ứng ở đầu hay cuối của thời kỳ tính toán của thời gian τ;

$t_{b.m.t.b}$ và $t_{tâm.t.b}$- nhiệt độ trung bình đối với thời kỳ tính toán tương ứng của bề mặt của cấu kiện và ở điểm trung tâm của nó, °C;

$M_{b.m}$ - môđun bề mặt của cấu kiện, m^{-1} ($M_{b.m} = F/V_s$).

Nhiệt độ ở điểm trung tâm của cấu kiện ở cuối thời kỳ tính toán có thể lấy bằng:

$$t_{tâm\,C} = t_{s.c} - \frac{t_{l.n.c} - t_{s.c}}{2},$$

Thời điểm đạt được trường nhiệt của điểm trung tâm của cấu kiện được xác định bằng cách tính gần đúng. Để làm việc đó người ta lấy các giá trị ban đầu tương ứng với thời kỳ tính toán đã định:

$$t_{mc} = \frac{t_{s.c} - t_{d.n}}{1 - e^{-x}} + t_{d.n};$$

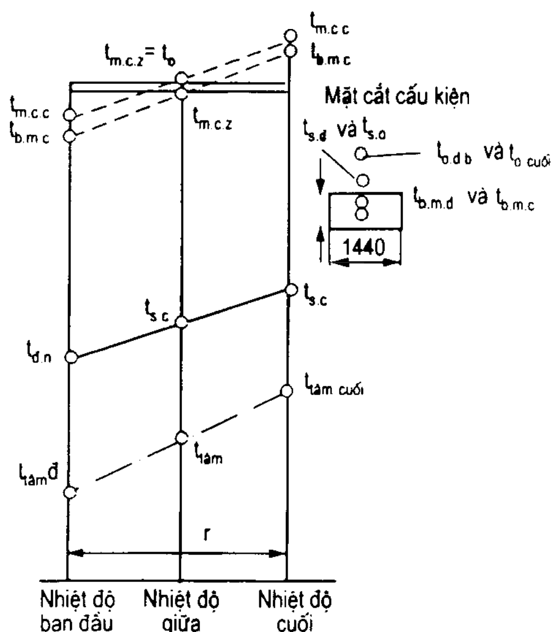
người ta tìm giá trị:

$$e^{-x} = 1 - \frac{t_{s.c} - t_{d.n}}{t_{m.c} - t_{d.n}}$$

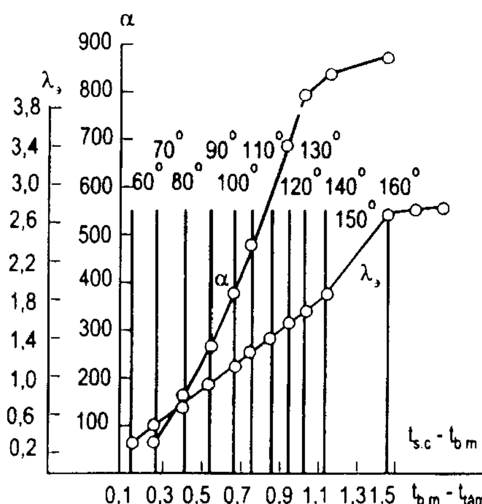
5.2. TÍNH TOÁN CHẾ ĐỘ GIA CÔNG NHIỆT ẨM TRONG ÁPTÔCLAP

Dưới đây, người ta đưa ra ví dụ tính toán chế độ gia công nhiệt trong áptôclap của các panel từ bêtông xốp dùng tro nhiệt điện với khối lượng thể tích 650 ± 50kg/m^3, kích thước 5980×1490×200mm. Tổng diện tích bề mặt của panel F = 21,1m^2; thể tích V_s = 1,87m^3; môđun bề mặt $M_{b.m} = F/V_s$ = 11,8m^{-1} và đại lượng đặc tính (theo A. V. Lưkôp) R = V_s/F = 0,086m.

Khi tính toán người ta chia cả chu kỳ gia công nhiệt trong áptôclap ra thành các thời kỳ riêng biệt, trong mỗi một thời kỳ ấy người ta lấy nhiệt độ của môi trường trong áptôclap và trên bề mặt của cấu kiện không thay đổi trong suốt thời kỳ ấy (hình I.11).



Hình I.11. Sơ đồ đo nhiệt độ của môi trường của áptôclap và trong các điểm riêng biệt của mặt cắt của cấu kiện trong thời kỳ tính toán.



Hình I.12. Các giá trị của λ_{td} và α với $t_{l.n}$ và đối với bêtông tro khí [λ_{td} - độ dẫn nhiệt 1,163W/(m.°C); α- hệ số chuyển nhiệt 1,163 W/(m.°C)].

Đầu tiên trong thời kỳ thứ nhất người ta thực hiện thổi hay chân không hoá và nâng nhiệt độ của môi trường đến 90°C (120°C)*. Khi đó trong panel theo mặt cắt được tạo nên chênh lệch nhiệt độ, bằng 60°C (22°C), bởi vì nhiệt độ trung bình theo khối t_s = 30°C (80°C), nhiệt độ của môi trường trong áptôclap $t_{1.n.c}$ = 90°C (120°C), còn chênh lệch $t_{1.n.c} - t_s$ = 60°C (22°C) và $t_{g.h.c} - t_{tâm.c}$ = 60°C (22°C), nó nhỏ hơn $\Delta t_{g.h}$ = (61 - 69)°C (theo bảng I.10).

Trong giai đoạn thứ hai người ta xác định thời gian đạt được trường nhiệt của các lớp ở cách xa nhất bề mặt của cấu kiện. Khi đó người ta lấy các giá trị xác định của độ dẫn nhiệt tương đương $\lambda_{t.d}$ và hệ số trao đổi nhiệt α. Sau khi sử dụng các số liệu thực nghiệm (hình I.12), người ta lấy $\lambda_{t.d}$ = 0,9 (1,1) kcal/(m.°C.giờ) và α = 250 (370) kcal/(m.°giờ) hay $\lambda_{t.d}$ = 1,05 (1,28) W/(m².°C).

Bởi vì không biết được, với giá trị nào của $t_{s.c}$ bắt đầu tăng nhiệt độ ở điểm trung tâm của cấu kiện (chính điều đó sẽ đặc trưng cho sự đạt được trường nhiệt của tâm cấu kiện), cho nên người ta lấy hai giá trị $t_{s.c}$ bằng 35 (85) và 60 (95)°C.

Trong trường hợp thứ nhất theo công thức:

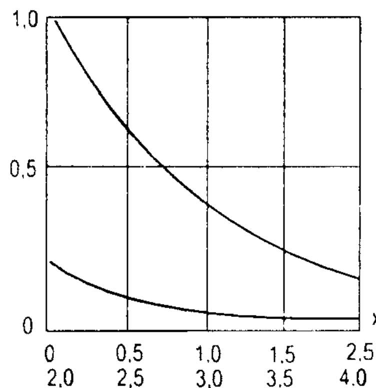
$$e^{-x} = 1 - \frac{35-30}{90-30} = 0,917; \quad \left(1 - \frac{85-80}{102-80} = 0,773\right)$$

Trong trường hợp thứ hai:

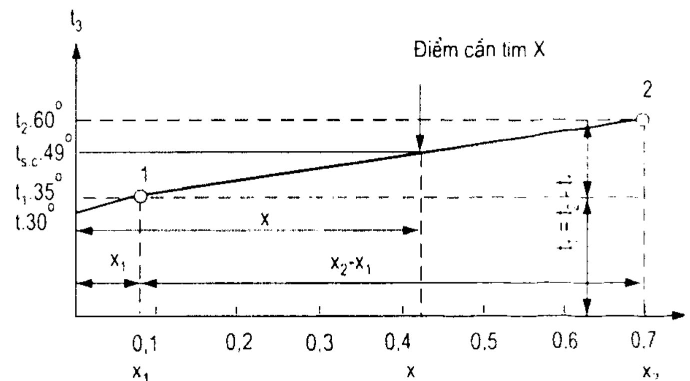
$$e^{-x} = 1 - \frac{60-30}{90-30} = 0,5; \quad \left(1 - \frac{95-80}{102-80} = 0,318\right)$$

Theo đồ thị hình I.13. người ta tìm các giá trị x_1 = 0,08 và x_2 = 0,7 (1,2). Tiếp theo sử dụng công thức:

$$t_{s.c} = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{X_2 - X_1}(X - X_1)$$



Hình I.13. Giá trị đồ thị của e^{-x} (chuỗi các giá trị trên và dưới x tương ứng với đường cong trên và dưới)



Hình I.14. Giá trị đồ thị của phương trình

$$t_{sc} = t_1 + \left[\frac{t_2 - t_1}{X_2 - X_1}\right](X - X_1).$$

---

* Ở đây và sau này trong các ngoặc đơn chỉ ra các giá trị khi gia công nhiệt trong áptôclap các panel với nhiệt độ trung bình theo khối t_s = 80°C. Người ta đạt được nhiệt độ như thế khi tạo hình các cấu kiện từ hỗn hợp, khi đủ hàm lượng vôi, được tôi khi nở phồng (gassilicát và gaskykermit, v.v...), cũng như khi gia công nhiệt ẩm hai giai đoạn.

Công thức này có thể dẫn ra theo đồ thị của hình I.14. Giá trị của t_{sc}. Có thể tìm được giá trị của $t_{s.c}$, nếu lấy $t_{l.n.c}$ - $t_{b.m.c}$, giá trị này đạt được do thổi và phân bố parabôl của nhiệt độ trong mặt cắt của panel:

$$t_{s.c} = \frac{1}{3} t_{l.n.c} + \frac{2}{3} t_{tâm.c}$$

Từ công thức trước đây ta tìm:

$$t_{s.c} = \frac{t_{tâm.c} + 0,5t_{l.n.c}}{1,5}$$

Sau khi so sánh hai phương trình trên đây đối với $t_{s.c}$, ta được:

$$\frac{t_{tâm.c} + 0,5t_{l.n.c}}{1,5} = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{X_2 - X_1}(X - X_1)$$

Từ đó:

$$X = \left(\frac{(t_{tâm.c} + 0,5t_{l.n.c})}{1,5} - t_1 \right) \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} + X_1$$

Sau khi thay các giá trị bằng số vào công thức, ta xác định được:

$$X = \left(\frac{30 + 0,5.90}{1,5} - 35 \right) \frac{0,7 - 0,08}{60 - 35} + 0,08 = 42;$$

$$\left[\left(\frac{80 + 0,5.102}{1,5} - 85 \right) \frac{1,2 - 0,27}{95 - 85} + 0,27 = 0,4839 \right]$$

Trong trường hợp này nhiệt độ trung bình theo khối, với nó nhiệt độ ở tâm của cấu kiện bắt đầu nâng cao, sẽ bằng:

$$t_{s.c} = 35 + \frac{60 - 35}{0,7 - 0,08}(0,42 - 0,08) \approx 49°C;$$

$$85 + \frac{102 - 85}{1,2 - 0,27}(0,4839 - 0,27) = 88,6 \approx 90°C$$

Thời gian của thời kỳ thứ hai là:

$$\tau = \frac{XG_sC_sV_s\left(1 + \frac{1}{3}\frac{\alpha R}{\lambda_{t.d}}\right)}{\alpha F} =$$

$$= \frac{0,42.1000.1,78.0,5}{250.21,1}\left(1 + \frac{1}{3}\frac{250.0,085}{0,9}\right) = 0,63 \text{ giờ};$$

$$\left[\frac{0,515.1000.1,78.0,5}{370.21,1}\left(1 + \frac{1}{3}\frac{370.0,85}{1,1}\right)\right] = 0,62 \text{ giờ}.$$

Do đó, trường nhiệt đạt các lớp trung tâm của panel sau khoảng 38 phút. Giữ panel ở 90°C thêm 7 phút nữa thì nhiệt độ ở cuối thời kỳ thứ hai đạt:

$$t_{s.c} = \frac{49-30}{38}7 + 50 = 54°C$$

$$t_{tâm.c} = 54 - \frac{90-54}{2} = 36°C \;\; ; \;\; \left(90 - \frac{102-90}{2} = 84°C\right)$$

Thời gian của thời kỳ thứ ba được lấy bằng 0,25 giờ. Nhiệt độ của môi trường trong áptôclap ở cuối thời kỳ này phải là:

$$T_{lnc} = t_{tâm\ d.n} + \Delta t_{gh} = 36 + 60 = 96°C; (84 + 70 = 154°C).$$

Chúng ta giải bài toán cho hai trường hợp:

- Đối với trường hợp thứ nhất với $t_1 = 56°C$:

$$e^{-x} = 1 - \frac{55-54}{96-54} = 0,9762 \;,$$

- Đối với trường hợp thứ hai với $t = 60°C$:

$$e^{-x} = 1 - \frac{60-54}{96-54} = 0,858 \,.$$

Đối với trường hợp thứ hai với nhiệt độ ban đầu $t_s = 80°C$, $\Delta t_{gh} = 70°C$; $\lambda_{td} = 3,5$ W/(m.K) [3 kcal/m.°C.h)] và $\alpha = 390$ W/(m^2.K) [800 kcal/(m.°C.h)] chúng ta tính được:

$$X = \frac{800.21,1}{1000.0,5.1,78} \cdot \frac{0,25}{1 + \frac{800.0,085}{3.3}} = 0,623$$

và $e^{-x} = 0,52$ đối với tất cả các thời kỳ còn lại.

Theo đồ thị của hình I.11 người ta tìm được cho trường hợp thứ nhất $x_1 = 0$ và $x_2 = 0,15$. Nhiệt độ trung bình theo khối của panel ở cuối thời kỳ thứ ba sẽ bằng:

$$T_{sc} = (96 - 54)\,(1 - 0,858) + 54 \approx 60°C;$$

$$[(154 - 90)\,(1 - 0,52) + 90° \approx 120,7°C].$$

Nhiệt độ ở tâm của cấu kiện sẽ được tính theo công thức:

$$t_{tâm.C} = 60 - \frac{96 - 60}{2} = 42°C.$$

Điều đó biện minh cho giá trị đã lấy t_2:

$$t_{tâm.C} = 120,7 - \frac{154 - 120,7}{2} = 104°C.$$

Bởi vì nhiệt độ của môi trường trong giai đoạn thứ tư tiếp theo sẽ cao hơn 100°C, thì đối với trường hợp thứ nhất bắt đầu giai đoạn thứ hai của quá trình gia công nhiệt trong

áptôclap - giai đoạn tăng áp suất cao hơn áp suất khí quyển. Đối với trường hợp thứ hai đã xuất hiện trong thời kỳ thứ nhất.

Người ta cũng lấy thời kỳ thứ tư với thời gian 0,25 giờ. Người ta lấy chênh lệch nhiệt độ trong mặt cắt của panel bằng 70°C, nó nhỏ hơn cực đại yêu cầu 102°C (xem bảng I.10). Nhiệt độ của môi trường trong áptôclap ở gần cuối của thời kỳ phải không lớn hơn $t_{ln.c}$ = 42 +70 = 112°C; (104 +70 = 174°C, nghĩa là đối với trường hợp thứ hai phải bắt đầu đốt nóng hằng nhiệt).

Đối với thời kỳ này đối với trường hợp thứ nhất các giá trị của λ_{td} và α có thể lấy theo đồ thị hình I.12: λ_{td} = 1,41 W/(m.K) [(1,21 kcal/(m.°C.giờ)] và α = 546 W/(m^2.K) [470 kcal/(m^2.°C.giờ)].

Sau đó người ta tìm giá trị:

$$X = \frac{470.21,1}{1000.1,78.0,5} \cdot \frac{0,25}{\dfrac{1+1,470.0,085}{1,21}} = 0,223$$

Sau khi biết giá trị của x = 0,223, chúng ta tìm theo đồ thị hình I.13 giá trị $e^{-x} \approx 0,78$. Thay các giá trị có được vào công thức đã đưa ra trước đối với t_{sc} ta tìm được:

t_{sc} = (112 - 60) (1-0,78) +60 = 71,4°C; [(174 - 120,7) (1- 0,52) + 120,7 = 146,3°C].

còn sau đó theo công thức tương ứng giá trị của $t_{tâmC}$

$$t_{tâmC} = 71,4 - \frac{112-71,4}{2} = 51,1°C, \quad \left(146,3 - \frac{174-146,3}{2} = 132,55°C\right)$$

Người ta tìm nhiệt độ của môi trường trong panel trong các thời kỳ khác nhau của gia công nhiệt ẩm trong áptôclap (bảng I.11) bằng phương pháp tương tự, được dùng khi tính toán đối với thời kỳ thứ tư, người ta chỉ lấy các giá trị của độ dẫn nhiệt tương đương và hệ số trao đổi nhiệt.

Người ta xác định thời gian đốt nóng hằng nhiệt (giai đoạn 3) sau khi tiến hành gia công nhiệt thử với các thời gian khác nhau của giai đoạn này. Thời gian và tốc độ (nhịp độ) giảm áp suất từ cực đại đến áp suất khí quyển (giai đoạn 4a) được tính toán có tính đến độ thấm khí của gasbêtông K_{ln} và đảm bảo độ chênh lệch cho phép của áp suất Δp. Khi đó thể tích của nước bốc hơi và hơi nước được tạo thành được xác định theo công thức:

$$W = \frac{V_s G_ư C_s (t_{0max} - t_{0min})}{(r_{0max} - r_{0min}) - 0,5}$$

Trong đó:

V_s- thể tích của panel, m^3;

$G_ư$- khối lượng thể tích của bêtông xốp ướt, kg/m^3;

C_s - nhiệt dung của bêtông xốp ướt, W/(kg.°C) [kcal/(kg.°C);

t_{omax} và t_{omin} - nhiệt độ của hơi nước bão hoà dưới áp suất cực đại và cực tiểu trong thời kỳ được xem xét, °C;

r_{omax} và r_{omin} - ẩn nhiệt bay hơi của ẩm dưới chính các áp suất ấy, kcal/kg. Trong trường hợp tính ẩn nhiệt (kJ cần phải chia trị số của nó cho 3,6 (4,186/1,163) = 3,6.

Thời kỳ được xem xét, °C, r_{0max} và r_{0min} - ẩn nhiệt bay hơi của ẩm dưới chính các áp suất ấy, kcal/kg. Trong trường hợp tính ẩn nhiệt (kJ) cần phải chia trị số của nó cho 36 (4,186/1,163) = 36.

Thời gian giảm áp suất được xác định theo công thức

$$\tau = \frac{GV_{h.n}\Delta x}{K_{h.n}.\Delta P}60\text{, phút.}$$

Trong đó:

G - lượng ẩm bốc hơi trong khoảng đã định của sự giảm áp suất, kg, trong thể tích của cấu kiện, có khoảng cách ΔX, so với $1m^2$ bề mặt;

$V_{h.n}$ - tỷ thể tích của hơi nước, m^3/kg;

$K_{h.n}$ - độ thấm hơi nước của gasbêtông, $m^3/(0,1MPa.giờ.m^2)$ [với γ = $700kg/m^2$, $K_{h.n} = 9m^3/(0,1MPa.giờ.m^2)$];

ΔP - chênh lệch cho phép của áp suất theo mặt cắt của tấm, 0,1MPa hay at, ΔP = 0,41;

ΔX - khoảng cách từ bề mặt trên không che chắn đến bề mặt dưới bị che chắn, m.

Trong bảng I.12 dẫn ra các số liệu và chỉ ra bước tính toán sự giảm áp suất khi gia công hơi nước panel 1,5 × 6× 0,2m với bề mặt không che chắn (để hở).

Thời gian của giai đoạn (4b) - làm nguội bằng cách chân không hoá khoảng không của áptôclap - được xác định có tính đến công suất của các bơm - chân không. Người ta xác định tổng thể tích của hơi nước, có được do bốc hơi của ẩm khi hạ nhiệt độ đi 5°C trong mỗi thời kỳ. Thí dụ, khi giảm nhiệt độ từ 100 đến 95°C áp suất dư trung bình đến 0,0931MPa. Khi đó giá trị trung bình của nhiệt lượng bốc hơi là 2260kJ/kg. Lượng nhiệt toả ra trong thời kỳ này là 14900kJ, còn tỷ thể tích của hơi được tạo ra từ 1kg ẩm $1,982m^3$. Thể tích của hơi nước được thoát ra từ một panel sẽ bằng $13m^3$ ($8,3m^3$). Do đó, từ 30 panel được xếp trong áptôclap trong thời kỳ ấy thoát ra được $249m^3$ hơi nước. Để tạo nên trong áptôclap độ giảm áp, bằng 0,0862MPa, ngoài khối lượng hơi nước trên còn phải đẩy thêm $17,7m^3$ nữa, nghĩa là tổng thể tích hơi nước, cần phải đẩy ra bằng chân không hoá, chiếm $266,7m^3$.

Bảng I.11. Kết quả xác định nhiệt độ trong các thời kỳ khác nhau của quá trình gia công nhiệt trong áptôclap của các panel với nhiệt độ ban đầu t_{bd} = 30°C (t_{bd} = 80°

Thời gian, giờ của		Δt_{gh}, °C	$t_{b.m\,C}$, °C	t_{dn}, °C	α, W/(m².K)	λ_{td}, W/(m.k)	x	e^{-x}	$t_{s.C}$, °C	$t_{tâm\,d\,n}$, °C
o dưỡng	Thời kỳ									
Giai đoạn 1- bảo dưỡng bằng hơi nước										
5 (0,15)	0,5 (0,15)	60 (22)	30 (102)	30 (80)	-	-	-	-	-	30 (80)
25 (0,77)	0,75 (0,62)	60 (70)	90 (130)	30 (80)	292 (431)	1,05 (1,28)	-	-	54 (90)	30 (80)
5 (1,02)	0,25 (0,25)	60 (70)	95 (154)	54 (90)	292 (935)	1,05 (3,5)	-	-	60 (120,7)	36 (84)
Giai đoạn 2 - tăng áp suất										
75 (1,27)	0,25 (0,25)	70 (70)	112 (174) (0,06 MPa)	60 (120,7)	548 (935)	1,05 (3,5)	0,223	0,78	71,4 (146,3)	42 (104)
2	0,25	70	121 (0,11 MPa)	71,4	658	1,6	0,281	0,79	81,8	51,1
2,25	0,35	70	132 (0,2 MPa)	81,8	800	1,79	0,293	0,79	92,4	62,2
2,5	0,25	75	147,5 (0,45 MPa)	92,4	955	2,02	0,329	0,73	107,2	72,5
2,75	0,25	75	162 (0,63 MPa)	107,2	955	2,02	0,329	0,73	122	87
3	0,25	75	176,8	122	1013	3,26	0,515	0,61	143,4	102
Giai đoạn 3- đốt nóng hằng nhiệt										
0,35	0,25	57	178,7 (1 MPa)	143,4	1013	3,26	0,515	0,61	159,1	126,7
3,5	0,25	57	183,7	159,1	1013	3,26	0,515	0,61	168,7	146,8
3,75	0,25	57	183,7	168,7	1013	3;26	0,515	0,61	174,5	161,2
5,5	0,25	-	183,7	183,1	1013	3,26	0,515	0,61	183,3	182,8

o suất dư không phải 1MPa, mà là 1,2 hay 1,5 MPa thì sau thời kỳ thứ 12 người ta tiến hành tính toán với sự tăng nhiệt từ từ tương ứng đến 190

Bảng I.12. Xác định thời gian hạ áp suất trong áptôclap khi bảo dưỡng các panel kích thước 6 × 1,5 × 0,2m.

c dư trong áptôclap, MPa			Nhiệt độ trong áptôcláp, °C			Lượng nhiệt được toả ra trong thời kỳ đã định, kJ	Giá trị trung bình của ẩm nhiệt bốc hơi, kJ/.kg	Khối lượng ẩm bốc hơi, kg		Tỷ thể t hơi đã đ tạo thà trên 1kg trong th kỳ đượ xem xé $m^3C(V_h$
	Cực tiểu	Trung bình	Cực đại	Cực tiểu	Trung bình			Từ $9m^2$ bề mặt (g)	Từ $1m^2$ bề mặt (G)	
	0,9	0,95	[illegible]	179	4	14900	2019	7,4	0,82	0,13
	0,8	0,85	179	174,5	4,5	16900	2028,5	8,3	0,92	0,2
	0,7	0,75	174,5	169,6	4,9	18250	2033,9	8,9	0,99	0,23
	0,6	0,65	169,5	164,5	5,4	21200	2061,5	10,3	1,12	0,276
	0,5	0,55	164,2	158,1	6,1	22700	2080,3	11,1	1,22	0,3
	0,4	0,45	158,1	157,1	7	26100	2101,3	12,4	1,38	0,35
	0,3	0,35	151,5	142,9	8,2	30500	2125,2	14,4	1,6	0,42
	0,2	0,25	142,9	132,9	10	34300	2152,4	17,3	1,92	0,53
	0,1	0,15	132,9	119,6	13,6	49700	2186,5	22,7	2,53	0,73
	0	0,05	119,6	100	19,6	73200	2228,7	32,79	3,64	0,18
g		-	–	–	–	310750	–	145,67 9G	–	$V_{h.n}$

Bơm - chân không, được dùng khi chân không hoá, có công xuất: khi chân không, bằng không - 27 m^3/phút; với 30% giảm áp - 20m^3/phút; với 50% giảm áp - 11m^3/phút và với 90% giảm áp - 2m^3/phút. Với áp xuất trung bình 0,0931MPa bơm - chân không không phải bơm ra hỗn hợp hơi nước được tách ra với khối lượng 25,4m^3/phút. Do đó, từ áptôclap đường kính 2,6m và dài 31m bằng bơm - chân không này có thể đẩy ra tất cả hơi nước, được tách ra, (thoát ra) do làm nguội từ 100 đến 95°C trong 10,4 phút.

Lặp lại tính toán cho các thời kỳ khác, người ta tìm được thời gian chân không hoá sau đây (bảng I.13).

Bảng I.13. Thời gian tính toán của chân không hoá

Giảm nhiệt độ, °C	Tổng thể tích hơi nước, cần phải đẩy ra bằng chân không hoá; m^3	Thể tích của hỗn hợp hơi nước - không khí được đẩy ra, m^3/phút	Thời gian yêu cầu của chân không hoá, phút
Từ 100 đến 95	266,7	25,4	10,4
Từ 95 đến 90	260,5	22,1	11,8
Từ 90 đến 85	261,7	18,5	14,2
Từ 85 đến 80	233,5	15,1	15,5
Từ 80 đến 75	258,5	12,2	21,2
Từ 75 đến 70	258,1	9,6	27
Từ 70 đến 65	261,8	7,5	35
Từ 65 đến 60	249,5	5,9	42,3
Tổng cộng	-	-	177,4

Thời gian nguội dưới áp xuất khí quyển (giai đoạn 5) được tính toán tương tự thời gian đốt nóng. Để đơn giản tính toán, người ta thay làm nguội bằng đốt nóng, với việc vẽ tiếp theo các đường cong nhiệt trong mô tả gương như thí nghiệm đã cho thấy, sau khi chân không hoá trong áptôclap thấy môi trường làm việc bị đốt quá nóng do bức xạ từ thành của các áptôclap và khuôn. Liên quan với điều đó khi tính toán làm nguội các cấu kiện bêtông xốp ở ngoài áptôclap người ta lấy sự phân bố nhiệt, ví dụ sau đây:

$t_{h.n}$ = 20°C - nhiệt độ trong nhà xưởng, ở đó xảy ra quá trình làm nguội (khi tính toán người ta lấy $t'_{h.n}$ = 100 + (100 - 20) = 180°C - chỉ số phụ trợ, cho phép tính toán làm nguội theo các công thức để tính toán đốt nóng;

$t_{tâm.c}$ = 65°C - nhiệt độ ở tâm của cấu kiện khi lấy nó ra khỏi áptôclap (chỉ số phụ trợ $t'_{tâm.c}$ = 100 + (100 - 65) = 135°C);

$t_{b.m.c}$ = 60°C - nhiệt độ trên bề mặt của cấu kiện khi lấy nó ra khỏi áptôclap (chỉ số phụ trợ $t_{b.m.c}$ = 100 + (100 - 60) = 140°C);

Người ta xác định nhiệt độ trung bình của cấu kiện:

$$t_{s.d.n} = t_{b.m.d.n}/3 + \frac{2}{3}t_{tâm} = \frac{60}{3} + \frac{2}{3}\cdot 65 = 62,5°C;$$

$$\left[t'_{s.d.n} = 100 + (100 - 62,3) = 136,8°C\right]$$

Đối với giai đoạn làm nguội, theo các số liệu thực nghiệm, người ta lấy: α = 9,45 W/(m².°C), [8,1kcal/(m².giờ.°C)]; $\lambda_{t.d}$ = 0,36W/(m.K); [0,31 kcal/(m².giờ.°C)] và C_s = 1,97kJ/(kg.°C),[0,47 kcal/(kg.°C)] với khối lượng thể tích của vật liệu, đã trừ lượng ẩm bốc hơi trong áptôclap, G = 1000 - 145,7 = 854,3 kg/m³ và thời gian của thời kỳ τ = 1giờ và được xác định:

$$X = \frac{\alpha F}{G_s C_s V_s}\frac{\tau}{1+\frac{1}{3}\frac{\alpha R}{\lambda_{td}}} = \frac{8,1}{1+\frac{1}{3}}\frac{21,1}{\frac{8,1.0,085}{0,31}} = 0,14,\text{ còn } e^{-x} = 0,86$$

Qua một giờ sau khi lấy cấu kiện ra khỏi áptôclap nhiệt độ trung bình theo khối của cấu kiện $t_{s.c}$ = 57,16 °C. Người ta, có được giá trị này như sau: xác định chỉ số phụ trợ $t'_{s.c} = (t'_{l.n} - t'_{s.d.n})(1 - e^{-x}) + t'_{s.d.n}$ = (180 - 136,8)(1 - 0,86) + 136,8 = 142,8°C. Sau đó người ta tìm giá $t_{s.c}$ = 100 - (142,8 - 100) = 57,16°C. Từ công thức:

$$\frac{t'_{S.c} - t'_{S.d}}{\tau} = \frac{t'_{tâmc} - t'_{b.m.c}}{\frac{R}{2\lambda_{t.d}}\cdot\frac{G_s V_s C_s}{F}}$$

Người ta tính chênh lệch thực tế của nhiệt độ:

$$t_{tâm.c} - t_{b.m.c} = \frac{142,84 - 136,8}{1}\cdot\frac{0,085}{2.0,31}\cdot\frac{854,3.1,73.0,47}{21,1} = 26,48°C$$

Nó nhỏ hơn giá trị cho phép 28°C và điều đó chỉ ra rằng không có điều kiện để tạo thành các vết nứt.

Nhiệt độ trên bề mặt của cấu kiện qua 1 giờ sẽ bằng $t_{b.m.c}$ = 39,9°C, bởi vì $t'_{b.m.c}$ = $142,45 + \frac{2}{3}26,48 = 160,1°C$, còn ở điểm trung tâm của cấu kiện $t_{tâm.c}$ = 66,4°C, bởi vì

$t'_{tâm.c} = 142,45 + \frac{1}{3}26,48 = 133,6°C$.

Nếu như không có chân không hoá, thì $t_{tâm.c} = t_{b.m.c} = t_{s.d}$ = 100°C, x = 0,14; e^{-x} = 0,86.

Khi nhiệt độ trong xưởng t_o = 20°C; $t'_{l.o}$ 180°C;

$$t_{s.c} = (180 - 100)(1 - 0,86) + 100 = 111,2°C;\ t_{s.c} = 88,8°C$$

$$t_{tâm.c} - t_{b.m.c} = \frac{111,2 - 100}{1}\cdot\frac{0,085}{2.0,31}\cdot\frac{854,2.1,75.0,47}{21,1} = 49°C$$

nó lớn hơn chênh lệch cho phép của nhiệt độ khi làm nguội có tất cả điều kiện để tạo nên các vết nứt.

Ở đây người ta không tiến hành tính toán làm nguội một cách trình tự, chỉ cần thiết chỉ ra rằng, nhịp điệu cho phép của sự giảm nhiệt độ của môi trường đối với kích thước và loại của cấu kiện được xem xét từ 5 đến 7°C trong một giờ. Nếu lấy hệ sô truyền nhiệt thấp liên quan với nó, nhiệt độ của môi trường sẽ luôn thấp hơn nhiệt độ của bề mặt các cấu kiện 10 - 30°C, thì thời gian giữ chúng trong áptôclap giảm áp suất đến áp suất khí quyển theo tính toán là từ 9 đến 5 giờ.

Cùng với sự tăng bề dày của cấu kiện hay giảm giá trị của môđun bề mặt của nó thời gian của các giai đoạn riêng biệt đối lại với các panel được tính toán với bề dày 20 cm.

Về ảnh hưởng của bề dày của cấu kiện có thể đánh giá từ ví dụ sau đây:

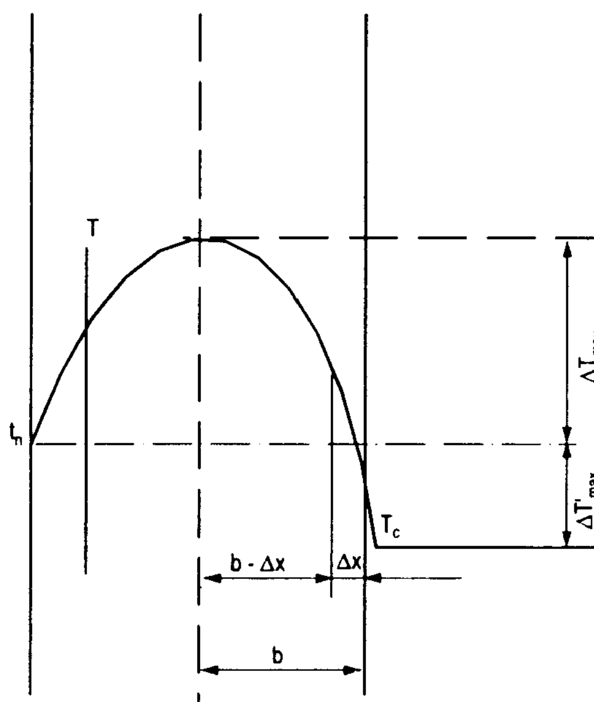
V.S.Lưkôp và A.R.Sôlôvianchik xác định chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ của panel và nhiệt độ của môi trường khi làm nguội theo công thức :

$$\Delta t_{g.h} = \Delta T_{max} + \Delta T'_{max}$$

Trong đó:

ΔT_{max} - chênh lệch cực đại cho phép theo bề dày của panel, với nó tính toàn khối của lớp bề mặt không bị phá hoại, °C;

$\Delta T'_{max}$ - hiệu của nhiệt độ cho phép cực đại của bề mặt cấu kiện và môi trường xung quanh ở thời điểm của chênh lệch cho phép cực đại của các nhiệt độ theo bề dày của panel, °C (hình I.15).



Hình I.15. Mô tả bằng đồ thị của ΔT_{max} và $\Delta T'_{max}$

Chênh lệch cho phép cực đại của nhiệt độ theo bề dày của panel được xác định theo công thức:

$$\Delta T_{max} = \frac{3}{2}\sigma_{bm}\frac{1-\mu}{E\alpha_t} = 1,2\frac{\varepsilon}{\alpha_t}$$

Trong đó:

ε - giá trị của các biến dạng kéo tương đối cho phép khi uốn của bêtông xốp;

α_t - hệ số dãn dài vì nhiệt, độ$^{-1}$;

μ - hệ số Puassôn, được lấy bằng 0,2;

E - môđun đàn hồi tính toán của bêtông xốp đang nguội, MPa.

$$\Delta t_{gh} = \frac{1,2\varepsilon}{\alpha_t}\left(1+\frac{2\lambda}{\beta b}\right)°C$$

Trong đó:

λ - độ dẫn nhiệt của bêtông xốp đang nguội, W/(m.°C);

β - hệ số hoàn nhiệt từ mặt của bêtông vào môi trường xung quanh, W/(m^2.°C), [$\beta = (3 + 10\sqrt{v})\ 1,63$, ở đây v - vận tốc chuyển động của không khí, m/s].

Trong ví dụ đã dẫn ra trước đây: b = 0,1m; ε = 0,00015m/m; α_t = 0,000008 độ$^{-1}$; β = 9,4 W/(m^2.°C) hay với v = 0,25m/s, $\beta = (3 + 10\sqrt{v})\ 1,63 = 3 + 5,3 = 9,3$W/(m^2.°C).

Khi với b = 0,1m $\Delta t_{g.h} = \dfrac{1,2.0,00015}{0,000008}\ 1+\dfrac{2.0,36}{9,4.0,1} \approx 40$ độ, còn với b = 0,2m và $\Delta t_{g.h}$ = 22,5 . 1,38 = 31 độ, nghĩa là với sự giảm bề dầy của panel từ 40 đến 20 cm giá trị của $\Delta t_{g.h}$ tăng khoảng 30%. Gradien nhiệt độ tương ứng bằng với b = 0,1m thì Δt_{grad} = 400 độ/m; và với b = 0,2m thì $\Delta t_{g.h}$ = 155 độ/m.

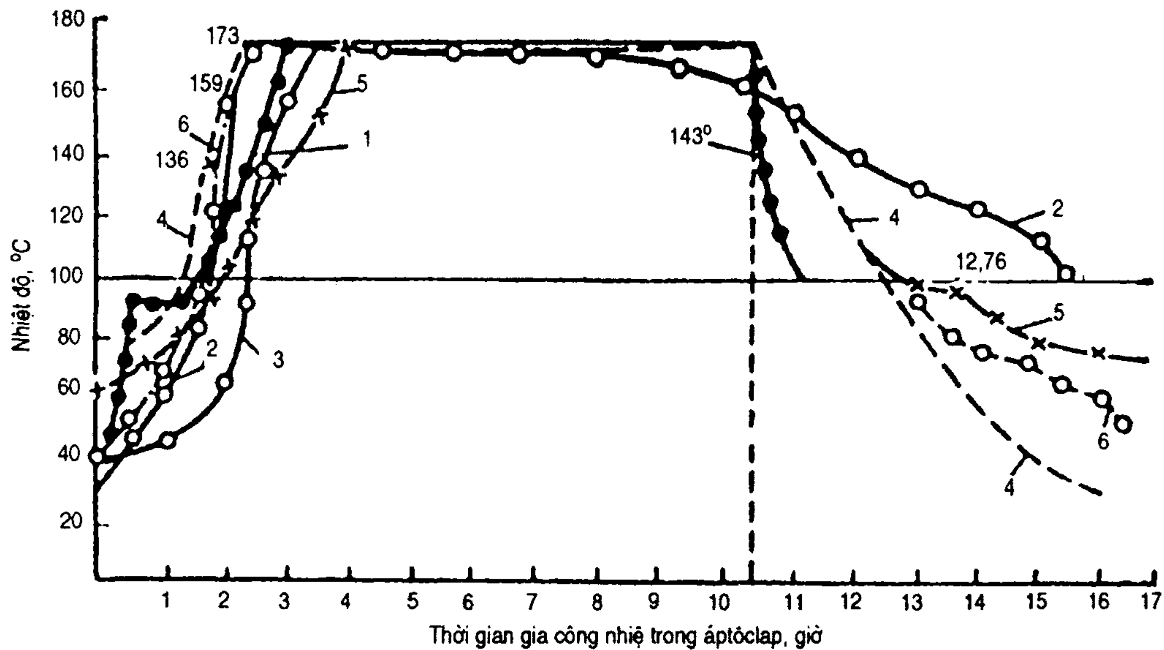
Việc đo trực tiếp biến dạng và ứng suất xuất hiện trong các cấu kiện trong quá trình gia công nhiệt ẩm trong áptôclap có ý nghĩa lớn. Tiếp theo đây dẫn ra một số số liệu về việc đo các biến dạng trong mặt cắt trung tâm của panel silicát khí 0,2×1,4×6m trong quá trình gia công nhiệt nhờ các nhạy cảm đặc biệt.

Biến dạng được xác định trong hai loại panel:

1) Được chế tạo với sử dụng chấn động khi chế tạo hỗn hợp bêtông xốp và tạo hình các cấu kiện từ nó. Hỗn hợp với độ hoạt tính 16% và với N/R = 0,3 được trộn gần 4 phút trong máy trộn chấn động tự hành vận hành gián đoạn dung tích 2m^3; sau đó được tạo hình bằng chấn động trong thời gian 3 phút trên bàn rung tải trọng 5 tấn với tần số 2850 vòng/phút và biên độ 0,4 - 0,5mm;

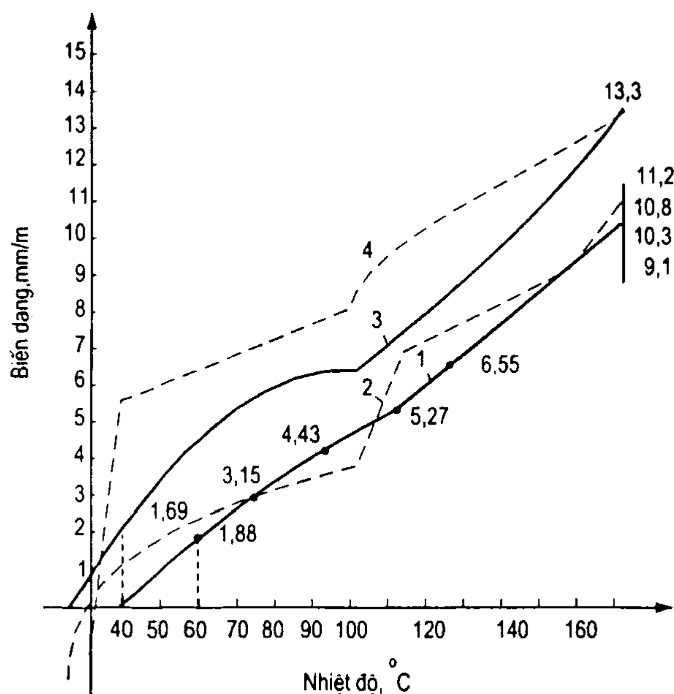
2) Được chế tạo bằng phương pháp đúc rót với N/R = 0,46 từ khối với độ hoạt tính 19%. Chế độ gia công nhiệt trong áptôclap: giai đoạn thứ nhất - đốt nóng đến 100°C - 1,33 giờ;

giai đoạn thứ hai - nâng áp lực dư đến 0,8 MPa - 1giờ; giai đoạn thứ ba - đốt nóng hằng nhiệt - 8 giờ; giai đoạn thứ tư - giảm áp suất - 2,33 giờ; giai đoạn thứ năm - làm nguội dưới áp suất khí quyển trong áptôclap đến khi tháo khuôn - 3,34 giờ (hình I.16). Đồng thời với các panel, người ta còn gia công nhiệt trong áptôclap các blốc vừa mới tạo hình xong kích thước 1 × 4 × 18 cm, trên chúng người ta xác định các giá trị của $\varepsilon_{t.d}$ (hình I.17).



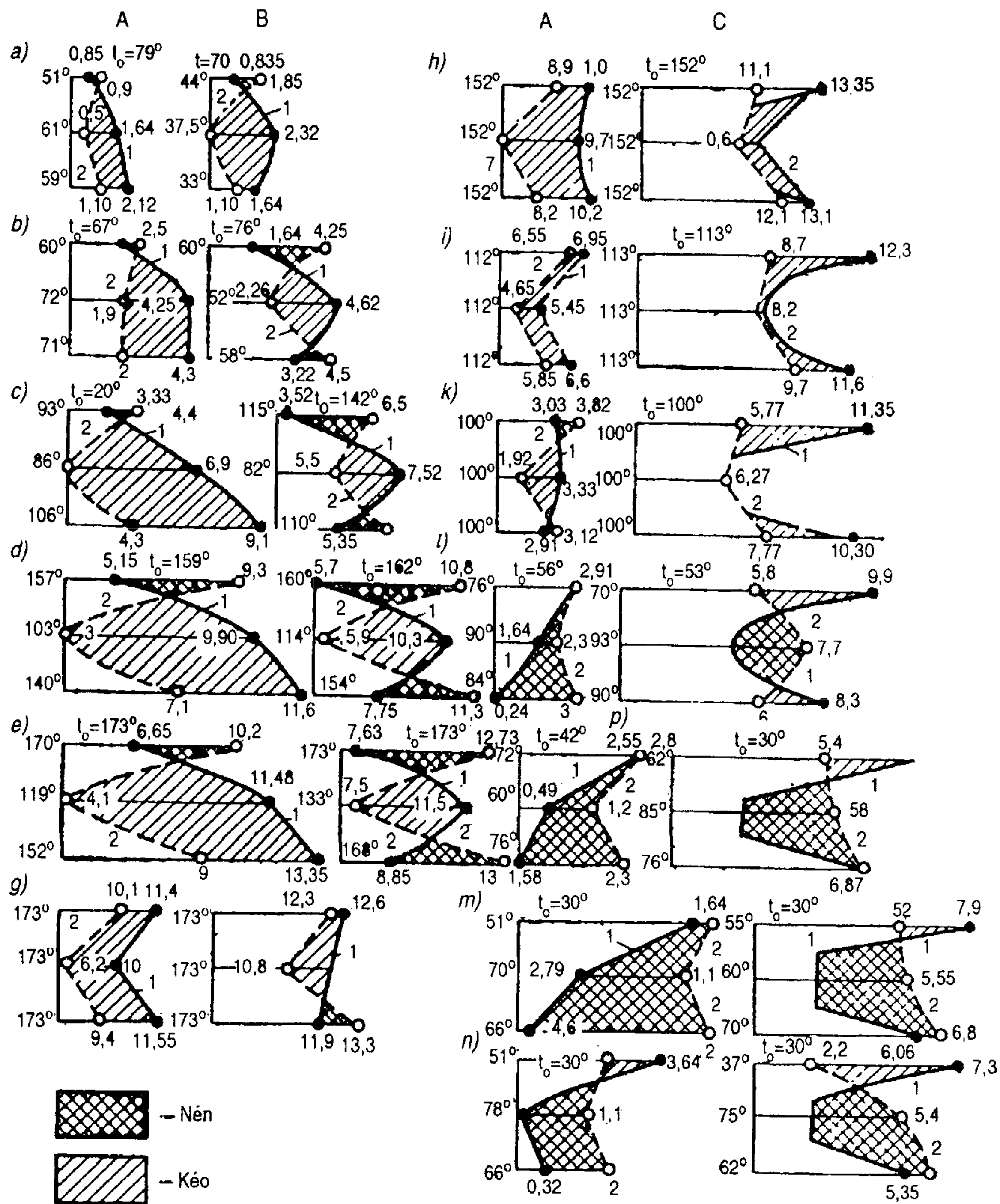
Hình I.16. Chế độ gia công nhiệt ẩm trong áptôclap khi đo biến dạng trong các panel

1- theo tính toán; 2- thí nghiệm N⁰1- nhiệt độ trên bề mặt; 3 - cũng thế, ở tâm; 4- thí nghiệm N⁰2- nhiệt độ của môi trường; 5- cũng thế, ở tâm; 6 - cũng thế, trên bề mặt.



Hình I.17. Biến dạng tự do $\varepsilon_{t.d}$ trong các dầm 1×4×18 cm từ silicát khí tạo hình chấn động và đúc rót; được đo bằng các nhạy cảm trong quá trình gia công nhiệt trong áptôclap .

1- khi đốt nóng khối silicát khí chấn động;
2- khi đốt nóng khối silicát khí đổ rót;
4- khi làm nguội khối ấy (các chữ số trên đường cong chỉ giá trị biến dạng).



***Hình I.18**. Biểu đồ biến dạng trong các panel 0,2 × 1,4 × 6 m trong quá trình gia công nhiệt ẩm trong áptôclap*

A- tạo hình chấn động; B- đúc rót; a- qua 0,5 giờ; b- qua 1,5 giờ; c- qua 2 giờ; d- qua 2,33 giờ; e - qua 6 giờ; g- qua 10,84 giờ; h- qua 11,84 giờ; i- qua 12,76 giờ; k- qua 14 giờ; *l*- qua 14,84 giờ và 15 giờ; m- qua 16,33 (15,84) giờ; n- qua 16,66 (17) giờ; 1- $\varepsilon_{t.t}$; 2- $\varepsilon_{t.d}$.

Trên hình I.18 mô tả biểu đồ biến dạng trong các tấm panel tạo hình chấn động và đúc rót trong các thời kỳ khác nhau.

Các giá trị của $\varepsilon_{t.t}$ được đánh dấu (ghi) trên đồ thị theo các chỉ số của các nhạy cảm không có bất kỳ hệ số hiệu chỉnh nào, các giá trị của $\varepsilon_{t.d}$ được lấy theo đồ thị hình I.16

phụ thuộc vào nhiệt độ $t_{b.m}$, $t_{tâm}$ và $t_{dưới}$. Nhưng cũng phải tính đến cả nhiệt độ ban đầu của thí nghiệm. Đối với các tấm panel tạo hình bằng chấn động của nhiệt độ ban đầu là $t_{b.m}$ = 38°C; $t_{tâm}$ = 60°C và $t_{dưới}$ = 48°C, còn nhiệt độ ban đầu của blốc $t_{m.o}$ = 38°C. Trong những điều kiện ấy giá trị $\varepsilon_{t.d}$ đối với các lớp bề mặt đã được lấy theo đồ thị I.15 không có sự thay đổi , đối với các lớp trung tâm - nhỏ hơn $1,9.10^{-4}$mm/mm, đối với các lớp dưới - nhỏ hơn $0,7.10^{-4}$mm/mm.

Đối với các panel đúc rót nhiệt độ ban đầu là $t_{b.m}$ = 32°C, $t_{tâm}$ = 35°C và $t_{dưới}$ = 25°C. $t_{m.c}$ = 25°C. Với những điều kiện ấy $\varepsilon_{t.d}$ đối với các lớp bề mặt đối với bêtông xốp đúc rót người ta đã lấy theo đồ thị hình I.15, nhưng giảm đi 1.10^{-4}mm/mm; đối với các lớp ở tâm - giảm đi 1,5. 10^{-4}; đối với các lớp ở dưới - theo đồ thị, không thay đổi. Sau khi biết các giá trị của biến dạng, cũng như môđun đàn hồi, có thể xác định được ứng suất. Thí dụ, quan sát được biến dạng kéo lớn hơn cả trong silicát khí tạo hình chấn động qua 2,33 giờ sau khi bắt đầu gia công nhiệt trongaptôclap: $\varepsilon_{t.d} = (11,48 - 4,1)10^{-4} = 7,38.10^{-4}$mm/mm 0,738mm/m. Khi đó chênh lệch $t_{b.m} - t_{tâm}$ = 170 - 119 = 51°C, không lớn hơn giá trị ghi trong bảngI.15. Nhưng biến dạng kéo khá lớn, rõ ràng, là do kết quả dính kết lớn hơn của hỗn hợp silicát khí với đáy của khuôn và bởi sự dãn nở lớn của nó khi đốt nóng. Với biến dạng như thế người ta xác định ứng suất biến dạng theo biểu thức sau:

$$\delta_{k.d.n} = 7,38.10^{-4}.4600 = 3,4\text{kg/cm}^2, \text{ hay } 0,34\text{MPa}.$$

Ở đây 460 MPa = E theo đồ thị của hình I.18. Trên đồ thị người ta cũng tìm được ứng suất kéo giới hạn khi uốn $\delta_{kdn}^{gh} = 3\,\text{kg/cm}^2$ hay 0,3 MPa, nghĩa là giá trị gần với $\delta_{k.d.n.}$.

Môđun đàn hồi thực E là đại lượng biến thiên, phụ thuộc trước hết vào ứng suất và cùng với sự tăng ứng suất môđun đàn hồi từ từ giảm. Người ta xác định môđun đàn hồi bằng cách đặt lên dầm với bề rộng 2,3cm, cao 4,5cm với khoảng cách giữa hai gối tựa 30cm, một lực tập trung P = 350g. Tải trong này là gần $0,1R_{kdn}^{ph.h}$. Do đó, đúng hơn lấy $E = 0,5 \times 4600 = 230$ MPa và khi đó $\delta_{k.d.n} = 0,17$MPa

Cốt thép cũng ảnh hưởng ít nhiều đến biến dạng riêng.

Biến dạng $\varepsilon_{t.t}$, được đo ở thời điểm hạ áp suất từ 0,8MPa đến áp suất thường, bằng nhạy cảm thẳng đứng, là như sau:

Dưới 0,8MPa: 0

Dưới 0,7MPa: $0,24.10^{-4}$mm/mm

Dưới 0,6MPa: $0,455.10^{-4}$mm/mm

Dưới 0,5MPa: $0,64.10^{-4}$mm/mm

Dưới 0,4MPa: $0,91.10^{-4}$mm/mm

Dưới 0,3MPa: $1,36.10^{-4}$mm/mm

Dưới 0,2MPa: $4,1.10^{-4}$mm/mm

Dưới 0,1MPa: $6,5.10^{-4}$mm/mm

Dưới 0,02MPa: $4,1.10^{-4}$mm/mm

Áp xuất khí quyển: 0

Có hai yếu tố ảnh hưởng đến quy mô của biến dạng và các ứng suất kéo xuất hiện là: thứ nhất - sự khác biệt trong tốc độ (nhịp độ) hạ áp xuất, kết quả là dưới áp lực dư 0,7 MPa đã đẩy ra được cùng một thể tích của pha khí qua $1m^2$ bề mặt hở (không che kín) trong một khoảng thời gian khoảng gấp 2 lần lớn hơn dưới áp lực dư 0,1MPa; thứ hai - sự phát triển của biến dạng ở một mức độ nào đó bị kìm hãm bởi áp suất của môi trường trong áptôclap . Bởi vì ứng suất kéo cực đại (0,65 MPa) không vượt quá ứng suất cho phép, còn dưới áp suất cao có khả năng tăng tốc độ hạ áp suất, nhưng ở trong giới hạn của áp lực dư 0,8 - 0,3 MPa.

5.3. TÍNH TOÁN NHIỆT KỸ THUẬT CỦA QUÁ TRÌNH GIA CÔNG NHIỆT TRONG ÁPTÔCLAP

Lượng dùng hơi nước đã bão hoà cho $1m^3$ cấu kiện có thể được xác định bằng tính toán nhiệt kỹ thuật đặc biệt. Dưới đây dẫn ra một trong các phương án có thể của tính toán nhiệt kỹ thuật.

Xác định lượng dùng hơi nước để gia công nhiệt ẩm trong áptôclap $1m^3$ bêtông xốp với khối lượng thể tích $650kg/m^3$. Áptôclap có đường kính 3,6m, dài 27m, thể tích làm việc $275m^3$ và nặng 132,3 T. Diện tích bề mặt sườn được cách nhiệt là 304 m^2 và của các nắp không cách nhiệt $20,2m^2$. Cách nhiệt của áptôclap có lớp dầy 0,1m và khối lượng của $1m^2$ của nó là 20kg. Khối lượng của 1 khuôn 3T. Người ta chất vào áptôclap bốn va gông với khối lượng 10T. Hệ số chứa đầy của áptôclap là 0,44. Trên mỗi va gông xếp được 20 khuôn với các panel kích thước 6 × 2,6 ×0,5 m. Các cấu kiện ở trong áptôclap, có thể tích 275.0,44 = 120 m^3 với khối lượng của vật liệu khô 0,65.120 = 78T, trong số đó 12T ximăng pooclăng (100 kg cho $1m^3$ bêtông xốp), còn lại vôi cát và nước 0,4.78 = 32T (với khoảng 10% tổn thất và tỷ lệ nước vật chất rắn bằng 0,4).

Sau khi lập xiklôgram (bảng I.14) chế độ gia công nhiệt trong áptôclap được lấy:

Đốt nóng đến 100°C: 0,5 giờ

Thổi: 1,5 giờ

Nâng áp suất do xả hơi nước từ áptôclap khác sang từ áp suất khí quyển đến áp lực dư 0,3 MPa: 1,0 giờ

Nâng áp lực dư từ 0,3 đến 1 MPa: 1 giờ

Đốt nóng hằng nhiệt dưới áp xuất 1 MPa: 8 giờ

Hạ áp lực từ 1 đến 0,3 MPa với việc chuyển xả hơi nước sang áptôclap khác: 1 giờ

Hạ áp lực dư từ 0,3 MPa đến áp xuất khí quyển: 0,5 giờ

Chân không hoá đến 0,067 - 0, 088 MPa (500 - 600 mm cột thuỷ ngân): 1 giờ

Dỡ tải và chất tải: 0,5 giờ

Tổng thời gian: 15 giờ

Nhiệt độ trước khi gia công nhiệt trong áptôclap (°C): của va gông - 22, áptôclap - 55, khuôn - 27, hỗn hợp bê tông xốp trong khuôn - 40, môi trường xung quanh - 23, trong áptôcláp dưới áp lực dư 1 MPa - 183,2, dưới áp lực dư 0,3 MPa - 143.

Entanpi a (nhiệt dung) của hơi nước khô bão hoà:

Ở 183,2°C - 663,9 kcal/kg (2779,62 kJ/kg);

Ở 100°C - 638,5 kcal/kg (2673,62 kJ/kg);

Ở 143°C - 653,4 kcal/kg (418,68 kJ/kg).

Entanpi a của chất lỏng ở trạng thái khô:

Ở t = 183°C - 185,6 kcal/kg = 742,4 kJ/kg;

Ở t = 143°C - 143,6 kcal/kg = 601,22 kJ/kg;

Ở t = 100°C - 100 kcal/kg = 418,68 kJ/kg.

Mật độ của hơi nước:

Ở t = 183°C : 5,53 kg/m^3

Ở t = 143°C : 2,125 kg/m^3;

Ở t = 100°C : 0,958 kg/m^3.

Tỷ nhiệt dung kj (kg.°C) [kcal/(kg.°C)]: của thép tấm - 0,165 (0,69); của các thành phần rắn - θ,25 (1,045); cách nhiệt bông khoảng - 0,2 (0,705).

Trong quá trình chế tạo các cấu kiện và gia công nhiệt ẩm do thuỷ hoá ximăng xảy ra sự toả nhiệt. Chúng ta tính nhiệt lượng toả ra của 1 kg ximăng khi thuỷ hoá, lấy mác ximăng PC - 50 và toả nhiệt cứng rắn trong điều kiện tiêu chuẩn 28 ngày đêm, bằng đối với mác PC - 40 100 kcal/kg = 418,68kJ/kg.

Tiến hành tính toán theo công thức của A.A.Voznesenski:

$$q_{tn} = \frac{\theta Ma}{162 + 0,96.\theta}\sqrt{\frac{N}{X}} \text{ kJ/kg;}$$

a = 0,32 + 0,0029, khi θ ≤ 290 độ. giờ hay

a = 0,84 + 0,00029, khi θ > 290 độ. giờ;

$$\theta = V = i''\frac{t_d - t_c}{2} \text{ độ. giờ.}$$

Bảng I.14. Chu trình gia công nhiệt ẩm trong bê tông xốp trong áptôcláp

Chu kỳ	N° của áptôclap	Đốt nóng đến 100°C	Thổi bằng áp suất dư 0,01-0,03 MPa	Nâng áp suất dư, MPa		Đốt nóng hằng nhiệt ở 1 MPa	Giảm áp suất dư, MPa		Chân không hóa 1-0,25 MPa (abc)	Dỡ tải và chất tải
				0 - 0,3	0,3 - 1		1 - 0,3	0,3 - 0		
		Thời gian của mỗi thời kỳ								
		0,5	1,5	1	1	8	1	0,5	1	0,5
1	1	0 - 0,5	0,5 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 12	12 - 13	13 - 13,5	13,5 - 14,5	14,5 - 15
	2	5 - 5,5	5,5 - 7	8 - 9	8 - 9	9 - 17	17 - 18	18 - 18,5	18,5 -19,5	19,5 - 20
	3	10 - 10,5	10,5 - 12	13 - 14	13 - 14	14 - 22	22 - 23	23 - 23,5	23,5 - 24,5	0,5 - 1
2	1	15 - 15,5	15,5 - 17	17 - 18	18 - 19	19 - 3	3 - 4	4 - 4,5	4,5 - 5,5	5,5 - 6
	2	20 - 20,5	20,5 - 22	22 - 23	23 - 24	8 - 9	9 - 9	9 - 9,5	9,5 - 10,5	10,5 - 11
	3	1 - 1,5	1,5 - 3	3 - 4	4 - 5	13 - 14	13 - 14	14 - 14,5	14,5 - 15,5	15,5 16
3	1	6 - 6,5	6,5 - 8	8 - 9	9 - 10	10 - 18	18 - 19	19 - 19,5	19,5 - 20,5	20,5 - 21
	2	11-11,5	11,5 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 23	23 - 24	24 - 0,5	0,5 - 1,5	1,5 - 2
	3	16 - 16,5	16,5 - 18	19 - 20	19 - 20	20 - 4	4 - 5	5 - 5,5	5,5 - 6,5	6,5 - 7
4	1	21 - 21,5	21,5 - 23	23 - 24	0 - 1	1 - 9	9 - 10	10 - 10,5	10,5 - 11,5	11,5 - 12
	2	2 - 2,5	2,5 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 14	14 - 15	15 - 15,5	15,5 - 16,5	16,5 - 17
	3	7 - 7,5	7,5 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 19	19 - 20	20 - 20,5	20,5 - 21,5	21,5 - 22
5	1	12 - 12,5	12,5 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 24	0 - 1	1 - 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 3
	2	17 - 17,5	17,5 - 19	19 - 20	20 - 21	21 - 5	5 - 6	6 - 6,5	6,5 - 7,5	7,5 - 8
	3	22 - 22,5	22,5 - 24	0 - 1	1 - 2	2 - 10	10 - 11	11 - 11,5	11,5 - 12,5	12,5 - 13
6	1	3 - 3,5	3,5 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 15	15 - 16	16 - 16,5	16,5 - 17,5	17,5 - 18
	2	8 - 8,5	8,5 - 10	10 - 11	11 - 12	12 -20	20 - 21	21 - 21,5	21,5 - 22,5	22,5 - 23
	3									

Toàn bộ chu trình gia công nhiệt ẩm trong áptôclap được chia ra các thời kỳ.

Thời kỳ 1. Đốt nóng đến 100°C và thổi. Thời gian 0,5 + 1,5 = 2 giờ

Thời kỳ 2a. Đốt nóng từ áp suất khí quyển đến áp suất dư, bằng 0,3 MPa. Thời gian 1 giờ.

Thời kỳ 2b. Đốt nóng từ áp suất dư, bằng 0,3 MPa, đến áp suất dư 1MPa. Thời gian 1 giờ.

Thời kỳ 3. Đốt nóng hằng nhiệt dưới áp suất dư 1 MPa. Thời gian 8 giờ.

Thời kỳ 4a. Giảm từ 1 MPa đến áp suất dư 0,3 MPa. Thời gian 1 giờ.

Thời kỳ 4b. Giảm từ áp suất dư 0,3 MPa đến áp suất khí quyển. Thời gian 0,5 giờ.

Thời kỳ 4c. Chân không hoá đến độ giảm áp 0,067 - 0,088 MPa (500 - 600 mm. Cột thuỷ ngân). Thời gian 1 giờ.

Đối với thời kỳ 1. (với N/R = 0,4)

$$\theta = V = 2\frac{40+100}{2} = 140 \text{ độ, giờ}$$

M = 500; a = 0,32 + 0,002 = 0,6;

$$q_{tn1} = \frac{140.500.0,6}{162+0,96.140}\sqrt{0,4} = \frac{42000}{296,4}0,632 = 89,55 \text{ kJ/kg},$$

hay $$\frac{89,55}{4,1868} = 21,39 \text{ kcal/kg},$$

Tổng nhiệt lượng do ximăng toả ra trong thời kỳ 1 là:

$Q_{t.n}$ = 21,39.12000 = 256,68 nghìn kcal, hay 1074,668 nghìn kJ

Đối với thời kỳ 2a:

$$\theta = 1\frac{143+100}{2} = 121,5 \text{ độ. giờ;}$$

$$q_{tn.2a} = \frac{121,5.15000.0,563}{162+0,96.121,5}\cdot 0,632 = \frac{21553.554}{278,16} = 77,486 \text{ kJ/kg}$$

hay $$\frac{77486}{4,1868} = 18,51 \text{ kcal/kg}$$

$Q_{t.n}$ = 18,51.12000 = 222,12 nghìn kcal = 929,972 kJ.

Đối với thời kỳ 2b:

$$\theta = 1\frac{183,2+143}{2} = 163,1 \text{ độ. giờ;}$$

a = 0,32 + 0,002.163,1 = 0,6462;

$$q_{tn.2b} = \frac{163,1.500.0,6462}{162+0,96.163,1}0,632 = \frac{52697,61}{318,576}0,632 = 104,543 \text{kJ/kg}.$$

hay $$\frac{104,543}{4,18} = 24,969 \text{kcal/kg}$$

$Q_{t.n.2b}$ = 24,969.12000 = 296,352 nghìn kcal, hay 1240,766 nghìn kJ.

Đối với thời kỳ 2b:

0 = 8.183,2 = 1465,6 độ. giờ;

a = 0,84 + 0,0002.1465,6 = 1,1331;

$$q_{tn.3} = \frac{1465,6.500.1,1331}{162+0,96.1465,6}0,632 = 334,465 \text{kJ/kg}$$

hay $$\frac{334,465}{4,1868} = 79,885 \text{kcal/kg}$$

Thuỷ hoá của ximăng cũng xảy ra trước khi gia công nhiệt trong áptôclap với nhiệt độ của hỗn hợp bê tông xốp trong khuôn 40°C trong thời gian 2 giờ. Khi đó;

$$\theta = 2.40 = 80 \text{ độ. giờ};$$

$$a = 0,32 + 0,002.\ 80 = 0,48.$$

$$q_{tn} = \frac{80.500.0,48}{162 + 0,96.80} 0,632 = 50,82 \text{kJ/kg}$$

hay $$\frac{50,82}{4,1868} = 12,14 \text{kcal / kg}$$

Như vậy, khi thuỷ hoá ximăng nhiệt lượng được toả ra với khối lượng sau đây:

Trong 2 giờ trước khi gia công nhiệt:	50,9 kJ/kg	(12,14 kcal/kg)
Trong 2 giờ của thời kỳ 1:	89,55 kJ/kg	12,39 kcal/kg)
Trong 1 giờ của thời kỳ 2a:	77,486 kJ/kg	(18,51 kcal/kg)
Trong 1 giờ của thời kỳ 2b:	104,543kJ/kg	(24,969 kcal/kg)

Còn lại ở thời kỳ 3: (100 - 12,14 - 21,39 - 18,51 - 24,97) = 96,2kJ/kg (22,99kcal/kg)

Tổng:	418,68 kJ/kg	(100kcal/kg)

Như vậy, trong thời kỳ 3 lượng nhiệt do ximăng thủy hóa tỏa ra không nhập vào thời gian 8 giờ, mà chỉ vào thời gian của 2,3024 giờ đầu (22,99/79,885)8;

$$Q_{tn.3} = 22,99.12000 = 275,8.10^3 \text{cal} = 1155,054.10^3 \text{ kJ}.$$

Tất cả lượng nhiệt tỏa nhiệt θ hội nhập:

Trong thời kỳ 1:	1074,668 nghìn kJ	(256,68 nghìn kcal)
Trong thời kỳ 2:	929,972 nghìn kJ	(222,12 nghìn kcal)
Trong thời kỳ 2b:	1240,766 nghìn kJ	(296,352 nghìn kcal)
Trong thời kỳ 3:	1155,054 nghìn kJ	(275,88 nghìn kcal)
Tổng cộng:	4400,46 nghìn kJ	(1051,032 nghìn kcal)

Tính cân bằng nhiệt:

Thời kỳ 1. Lượng nhiệt để đốt nóng đến 100°C.

1. Kết cấu của áptôclap:

132300 . 0,115 (100 - 55) = 684,65 nghìn kcal, hay

684,65. 4,1868 nghìn kJ = 2866,5 nghìn kJ;

2. Khuôn:

20.3000.0,115 (100 - 27) = 503,7 nghìn kcal, hay 2108,69 kJ;

3. Vagông:

4. 25000.0,115 (100-20) = 92 nghìn kcal hay 385,186 nghìn kJ;

4. Các thành phần rắn của hỗn hợp bêtông xốp:

78000.0,25 (100 - 40) = 1165 nghìn kcal hay 4877,62 nghìn kJ;

5. Nước

32000.1 (100 - 40) =1920 nghìn kal hay 7680 nghìn kJ;

6. Entanpi của môi trường hơi nước không khí, chiếm thể tích tự do, bằng:

$275 - 120 = 155m^3$:

155.638,5.0,598 = 59,182 nghìn kcal, hay 247,789 nghìn kJ;

7. Để đốt nóng lớp cách nhiệt của áptôclap (khối lượng thể tích của bông khoáng cách nhiệt $\gamma = 200kg/m^3$, bề dày 0,1m, khối lượng của lớp bông khoáng cách nhiệt 304.0,1.200 = 6080kg).

$$6080.0,2\left(\frac{23+100}{2}-23\right) = 46,268 \text{ nghìn kcal, hay } 193,72 \text{ nghìn kJ;}$$

8. Tổn thất nhiệt qua thành và lớp cách nhiệt của áptôclap

2.304.0,5638 (100 - 23) = 26,395 nghìn kcal, hay 110,510 nghìn kJ.

Khi đó tổn thất nhiệt được xác định theo công thức:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{\delta_1}{\lambda_1}+\frac{\delta_2}{\lambda_2}+\frac{1}{\alpha}} = \frac{1}{\frac{0,032}{40}+\frac{0,1}{0,06}+\frac{1}{9,41}} = 0,5638 \text{ kcal/(m}^2\text{.°C.h)}$$

hay $0,5638.1,163 \text{ W/(m}^2\text{.°C)} = 0,6557 \text{ W/(m}^2\text{.°C)}$

Trong đó:

δ_1 và δ_2 - bề dày của thành áptôclap và của lớp bông khoáng, tương ứng bằng 0,032 và 0,1m;

λ_1 và λ_2 - độ dẫn nhiệt đối với thép và bông khoáng, tương ứng bằng 40 và 0,06 kcal/(m^2.giờ.°C)

$$\alpha = A\sqrt[4]{t_{v.l} - t_{ml}} + \frac{C_s}{t_{vl} - t_{ml}}\left[\left(\frac{t_{vl}+273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_{mt}+273}{100}\right)^4\right]$$

Trong đó: $t_{v.l}$ - nhiệt độ của vỏ (thép), bằng 45°C; $t_{m.t}$ - nhiệt độ của môi trường xung quanh, bằng 23°C; A - hệ số phụ thuộc vào hình dạng của áptôclap, bằng 2,20; C_s - bức xạ nhiệt xám, bằng 4kcal /(m^2.giờ.°C):

$$\alpha = 2,2\sqrt[4]{45-23} + \frac{4}{45-23}\left[\left(\frac{45+273}{100}\right)^4 - \left(\frac{23+273}{100}\right)^4\right] =$$

$= 9,41 \text{ kcal/(m}^2\text{.h.°C), hay } 10,95 \text{W/(m}^2\text{.K)}$'

9. Tổn thất nhiệt qua các bề mặt không cách nhiệt của áptôclap:

2.20,2.12,69 (100-23) = 39,476 nghìn kcal, hay 165,278 nghìn kJ.

$K_2 = 1: (\delta_1 : \lambda_1 + 1:\alpha_2) = 1: (0,032: 40 + 1: 12,51) = 12,69$ kcal/(m^2.h.°C) hay 14,758 W/(m^2.K);

$$\alpha_2 = 2,2\sqrt[4]{100-23} + \frac{4}{100-23}\left[\left(\frac{100+273}{100}\right)^4 - \left(\frac{23+273}{100}\right)^4\right] =$$

= 12,51kcal/(m^2.h.°C), hay 14,6W/(m^2.°C)

10. Để thổi áptôclap tốn khoảng 5 kg hơi nước với áp suất 1MPa cho 1m^3 cấu kiện, nghĩa là 5.563,9.108 ≈ 356,01 nghìn kcal hay 1490,5 nghìn kJ;

11. Những tổn thất không tính được -10% của các tổn thất tính được trừ đi tổn thất nhiệt, dùng để thổi là 133,26 nghìn kcal, hay 557,932.10^3 kJ.

Tổng lượng nhiệt tổn thất từ khoản thứ nhất đến khoản thứ chín:

684,65 + 503,7 + 92 +1165 + 1920 + 59,182 + 46,268 + 356,01 + 26,395 + 39,476 = 4892,68 nghìn kcal, hay 20484, 673 nghìn kJ;

12. Entanpi của nước ngưng tụ:

$$10^3\left(\frac{100}{638,5-100}\right)(684,65+503,7+92+1165+1920+59,182+46,268+$$
$$+356,01+26,395+39,476+133,36-256,68) = 885,66 .10^3 \text{ kcal},$$

hay 3708,081 nghìn kJ.

Tổng chi phí nhiệt lượng trong thời kỳ thứ nhất là:

684,65 + 503,7 + 92 +1165 +1920 + 59,182 + 46,268 + 356,01 + 26,395 + + 39,476 + 133,26 + 885,66 = 5911,60 nghìn kcal, hay 23676,687 nghìn kJ.

Lượng nhiệt cần thiết có tính đến lượng nhiệt thủy hóa của ximăng:

5911,60 - 256,68 = 5654,92.10^3 kcal, hay 23676,019 nghìn kJ.

Tổng lượng dùng hơi nước trong thời kỳ thứ nhất:

$$10^3\frac{23676,019}{2779,75}, \text{ hay } 10^3\frac{5654,92}{663,9} = 8517,729 \text{kg}$$

Thời kỳ 2a. Lượng dùng nhiệt dưới áp lực dư từ 0 đến 0,3 MPa để đốt nóng trong giờ thứ nhất:

1. Kết cấu của áptôclap:

132300.0,115 (143 - 100) = 654,23 nghìn kcal, hay 2739,13 nghìn kJ;

2. Khuôn:

20.3000.0,115 (143 - 100) = 296,7 nghìn kcal, hay 1242,22 nghìn kJ;

3. Va gông:

4.2500.0,115 (143 - 100) = 49,12 nghìn kcal, hay 205,65 nghìn kJ;

4. Của các thành phần rắn của hỗn hợp bêtông xốp:

78000.0,25 (143 - 100) = 838,5 nghìn kcal, hay 3510,63 nghìn kJ;

5. Nước của hỗn hợp bêtông xốp:

32000.1 (143 - 100) = 1376 nghìn kcal, hay 5761,04 nghìn kJ

6. Môi trường hơi nước không khí, chiếm thể tích tự do của áptôclap:

(155.653,4.2,125) - 59,18 = 156,03 nghìn kcal, hay 623,26 nghìn kJ;

7. Nhiệt lượng do lớp cách nhiệt tích trữ:

$$6080.0,2\left[\frac{143+100}{2} - 100\right] = 26,14 \text{ nghìn kcal, hay } 109,443 \text{ nghìn kJ;}$$

8. Tổn thất nhiệt qua thành và lớp cách nhiệt của áptôclap

1.304.0,5638 (143 - 23) = 20,576 nghìn kcal, hay 86,11 nghìn kj;

α = 9,14 kcal/(m^2.giờ.°C), hay 10,95 nghìn kJ;

K = 0,5638 kcal/(m^2.h.°C), hay 0,6557 W/(m^2.°C);

9. Tổn thất nhiệt qua các bề mặt không cách nhiệt

1.20,2.12,69 (143 -23) = 30,76 nghìn kcal = 128,786 nghìn kJ.

$K_3 = K_2$ = 12,69 kcal/(m^2.h.°C), hay 14,758 W/(m^2.°C);

$$\alpha = 2,2\sqrt[4]{143-23} + \frac{4}{143-23}\left[\frac{(143+273)^4}{100^4} - \frac{(23+273)^4}{100^4}\right] = 14,706 \text{ kcal/(m}^2\text{.h.C)}$$

hay 17,103W/(m^2.°C);

10. Tổn thất bên trong 10% của tất cả những tổn thất đã tính toán 344,805 nghìn kcal = 1443, 63 nghìn kj. Tổng lượng tổn thất đã được tính toán từ khoản 1 đến 9.

654,43 + 296,7 + 49,12 + 838,5 + 1376 + 156,03 + 26,14 + 20,567 + 30,76 =

= 3448,05 nghìn kcal, hay 14436,296 nghìn kJ;

11. Entanpi của nước ngưng tụ:

$$10^3\left(\frac{143,6}{653,4-143,6}\right)(654,23+296,7+49,12+838,5+1376$$

$$+156,03+26,14+20,567+30,76+344,805-222,12) = 1005,8 \text{ nghìn kcal}$$

hay 4211,083 nghìn kJ.

Tổng nhiệt lượng tiêu tốn trong thời kỳ 2a:

654,23 + 296,7 + 49,12 + 838,5 + 1376 + 156,03 + 26,14 + 20,57 +

+ 30,76 + 344,805 + 1005,8 = 4798,665 nghìn kcal, hay 20090,988 nghìn kJ.

Tổng lượng dùng hơi nước trong thời kỳ 2a (không tính đến lượng hơi nước chuyển xả từ áptôclap bên cạnh).

$$10^3 \frac{19161,037}{2785,45} \text{ hay } 10^3 \frac{4576,535}{665,5} = 6876,85 \text{ kcal;}$$

Thời kỳ 2b. Lượng dùng nhiệt dưới áp suất dư từ 0,3 đến 1MPa để đốt nóng trong 1 giờ:

1. Kết cấu của áptôclap:

   132300.0,115 (183,2 - 143) =611,62 nghìn kcal, hay 2560,73 nghìn kJ;

2. Khuôn:

   20.3000.0,115 (183,2 - 143) = 277,38 nghìn kcal, hay 1161,33 nghìn kJ;

3. Vagông:

   4.2500.0,115 (183,2 - 143) = 46,23 nghìn kcal, hay 193,56 nghìn kJ;

4. Của các thành phần rắn của hỗn hợp bêtông xốp:

   78000.0,25 (183,2 - 143) = 783,9 nghìn kcal, hay 3282,02 nghìn kJ;

5. Nước:

   32000.1(183,2 - 143) = 1286,4 nghìn kcal, hay 5385,90 nghìn kJ;

6. Của môi trường hơi nước không khí, chiếm thể tích tự do của áptôclap:

   155.663,9. 5,53 - 215,214 = 353,85 nghìn kcal, hay 1481,50 nghìn kJ;

7. Lớp cách nhiệt của áptôclap:

   $$6080.0,2\left(\frac{183,2+143}{2}\right)-143 = 24,44 \text{ nghìn kcal, hay } 102,32 \text{ nghìn kJ;}$$

8. Tổn thất nhiệt qua thành của lớp cách nhiệt:

   1.304.0.5638 (183,2 - 23) = 27,457 nghìn kcal, hay 114,957 nghìn kJ;

   $\alpha = 9,41$ kcal/(m^2.h.°C) = 10,95 W/(m^2.°C);

   $K_2 = 0,5638$ kcal/(m^2.h.°C) = 0,6557 W/(m^2.°C)

9. Hoàn nhiệt qua bề mặt không che chắn:

   1.20,2.16,24 (183,2 - 23)= 52,56 nghìn kcal, hay 220,06 nghìn kJ;

   $\alpha = 16,45$ kcal/(m^2.h.°C) = 19,129 W/(m^2.°C);

   $$K_2 = \frac{1}{\frac{0,032}{40} + \frac{1}{16,45}} = 16,24 \text{ kcal/(m}^2\text{.h.°C);}$$

10. Những tổn thất không tính được chiếm 10% của những khoản tính được: 346,384 nghìn kcal, hay 1450,24 nghìn kJ.

Tổng lượng tổn thất nhiệt từ khoản thứ nhất đến khoản thứ chín gồm:

611,62 + 277,38 + 46,23 + 783,9 + 1286,4 + 353,85 + 24,44 + 27,457 + 52,56 =

= 3463,84 nghìn kcal, hay 14502,4 nghìn kJ.

11. Entanpi của nước ngưng tụ

$$\frac{185,6}{663,9-185,6}(611,62+277,38+46,23+783,9+1286,4+353,85+24,44+$$

+ 27,457 + 52,56 + 346,384 - 296,352) = 1363,5 nghìn kcal, hay 5708,702 nghìn kJ.

Tất cả các tiêu tốn nhiệt chiếm:

611,62 + 277,38 + 46,23 + 783,9 + 1286,9 + 353,85 + 24,44 + 27,457 +

+ 52,56 + 346,38 + 1363,5 = 5173,72 nghìn kcal, hay 21661,331 nghìn kJ.

Lượng nhiệt cần thiết có tính đến tỏa nhiệt của ximăng:

5173,72 - 296,35 = 4877,37 nghìn kcal, hay 20797,38 nghìn kJ.

Tổng lượng dùng hơi nước trong chu kỳ:

$$10^3\frac{20797,78}{2779,75}\text{ hay }10^3\frac{4877,37}{663,9}=7346,54\text{kg}$$

Thời kỳ 3. Lượng dùng nhiệt lượng khi đốt nóng hằng nhiệt trong thời gian 8 giờ:

1. Tổn thất nhiệt qua thành của lớp cách nhiệt:

8.304.0,5638 (183,2 - 23) = 219,66 nghìn kcal, hay 919,672 kJ;

2. Tổn thất nhiệt qua bề mặt không cách nhiệt:

8.20,2.16,24 (183,2 - 23) = 420,426 nghìn kcal, hay 1760,24 nghìn kJ;

3. Entanpi của nước ngưng tụ:

$$10^3\cdot\frac{185,6}{663,9-185,6}(219,660+420,426-275,88)=141,326\text{ nghìn kcal,}$$

hay 591,704 nghìn kJ.

Tổng lượng nhiệt tiêu tốn trong thời kỳ 3:

219,66 + 420,426 + 141,326 = 781,421 nghìn kcal, hay 2116,561 kJ.

Lượng nhiệt cần thiết trong thời kỳ 3 có tính đến nhiệt thủy hóa của ximăng:

781,412 - 275,88 = 505,532 nghìn kcal, hay 3271,616 nghìn kJ.

Tổng lượng dùng hơi nước trong thời kỳ 3:

$$10^3\frac{2116,561}{2779,75}\text{ hay }10^3\frac{505,532}{663,9}=761,458\text{ kg.}$$

Thời kỳ 4a. Lượng nhiệt mang vào khi hạ áp lực dư từ 1 đến 0,3 MPa, làm nguội trong 1 giờ:

1. Kết cấu của áptôclap:

132300.0,115 (143-183,2) = - 611,62 nghìn kcal, hay - 2560,73 nghìn kJ.

2. Khuôn:

20.3000.0,115(143 - 183,2) = - 277,38 nghìn kcal, hay - 1161,2 nghìn kJ;

3. Vagông:

4.2500.0,115 (143 - 183,2) = -46,23 nghìn kcal, hay - 193,56 nghìn kJ;

4.5. Bê tông khí:

(78000.0,25 + 32000.1) (143 - 183,2) = - 2070,3 nghìn kcal, hay - 8667,93 nghìn kJ;

6. Do sự thay đổi của entanpi của hơi nước, chiếm thể tích tự do của áptôclap:

155(653,4.2,125 - 663,9.5,53) = - 353,85 nghìn kcal, hay - 1481,5 nghìn kJ;

7. Cách nhiệt:

$$6080.0,2.\left[143-\left(\frac{183,2+143}{2}\right)\right]=-24,44$$ nghìn kcal, hay - 102,32 nghìn kJ;

8. Ngưng tụ:

$$\left(\frac{1005,8}{143,6}+\frac{1363,72}{185,6}+\frac{141,326}{185,6}\right).10^3=15113\text{kg}$$

nước ngưng tụ được tạo thành trong các thời kỳ 2a, 2b và 3 (nước ngưng tụ được tạo thành trong thời kỳ 1, thoát ra trong khi thổi và không phải tính đến nó);

9. Tổn thất nhiệt qua bề mặt cách nhiệt và không cách nhiệt (cũng như ở thời kỳ 3)

$$10^3\,\frac{219,66+420,426}{8}=-80,018$$ nghìn kcal, hay - 335,019 nghìn kJ.

Toàn bộ nhiệt lượng được giải phóng ra:

611,62 + 277,38 + 46,23 + 2070,3 + 353,85 + 24,44 + 80,02 =

= 3463,84 nghìn kcal, hay 14500kJ.

Thời kỳ 4b. Xác định nhiệt lượng được giải phóng ra khi hạ áp lực dư từ 0,3 đến 0 MPa khi làm nguội trong 0,5 giờ.

1. Kết cấu của áptôclap:

132300.0,115 (100-143) = - 654,23 nghìn kcal, hay - 2739,13 nghìn kJ;

2. Khuôn:

20.3000.0,115 (100-143) = -296,7 nghìn kcal, hay - 1242,22 nghìn kJ;

3. Vagông:

4.2500.0,115(100-143) = - 49.12 nghìn kcal, hay - 205,65 nghìn kJ;

4,5. Bêtông khí:

(78000.0,25 + 3200.1) (100-143) = -2214,5 nghìn kcal, hay - 9271,67 nghìn kJ.

6. Do sự thay đổi của entanpi của hơi nước, chiếm thể tích tự do của áptôclap:

155 (638,5.0,598 - 653,4.2,125) = - 156,03 nghìn kcal, hay - 653,26 nghìn kJ.

7. Cách nhiệt:

$$6080.0,2\left[100-\frac{(143+100)}{2}\right] = -26,14 \text{ nghìn kcal, hay } 109,443 \text{ nghìn kJ;}$$

8. Nước ngưng tụ:

15,113 (100 - 143) = -649,85 nghìn kcal, hay 2720,792 nghìn kJ;

9. Truyền nhiệt qua bề mặt cách nhiệt

$$0,5.304.0,5638\left[\frac{(143+100)}{2}-23\right] = 8,441 \text{ nghìn kcal, hay } 35,341 \text{ nghìn kJ.}$$

10. Truyền nhiệt qua bề mặt cách nhiệt:

$$0,5.20,2.16,24\left[\frac{(143+100)}{2}-23\right] = 16,156 \text{ nghìn kcal, hay } 67 \text{ nghìn kJ.}$$

Toàn bộ nhiệt lượng được giải phóng là 4021,97 nghìn kcal hay 16839,184 nghìn kJ.

Tổn thất nhiệt trong các đường ống dẫn hơi nước 5% là 201,099 nghìn kcal, hay 842,012 kJ.

Lượng nhiệt này có thể chuyển lại nồi hơi dưới dạng hơi nước:

$$10^3\frac{15997,252}{2779,75} \text{ hay } 10^3\frac{3819,873}{663,9} \approx 5754\text{kg}$$

cho 1m^3: $\frac{5754}{120} \approx 48\text{kg/m}^3$

Chi phí nhiệt lượng và hơi nước ghi trong bảng I.15.

Bảng I.15. Chi phí nhiệt lượng và hơi nước theo các thời kỳ

Thời kỳ	Chi phí			Thời gian của thời kỳ, giờ	Chi phí hơi nước, kg
	Nhiệt lượng		Hơi nước, kg		
	(nghìn kcal)	(nghìn kJ)			
1	5654,92	23676,019	8517,729	2	4258,855
2a	4576,535 - 3463,84 = 1112,695	4658,631	1675,542	1	1676,0
2b	4877,37	20797,38	7346,54	1	7346,54
3	505,532	2116,561	761,458	8	95,181
Tổng cộng	12150,517	51248,591	18301,269	12	-

Lượng hơi nước cần chi phí cho 1m^3 cấu kiện là: 18301,269: 120 = **152,51 kg.**

Thường công suất của các nhà máy (m^3/năm), được trang bị các áptôclap, được xác định theo công thức:

$$P = V.nTK_{c.d}mK,$$

Trong đó:

V- thể tích hữu ích của áptôclap ($275m^3$);

n- hệ số quay vòng của áptôclap trong ngày ($\frac{24}{15} = 1,6$);

T- số ngày làm việc trong năm (305.0,92 = 282 ngày)

K_{cd} - hệ số chứa đầy áptôclap (với công nghệ cắt 0,40 - 0,44 và cao hơn);

m- số áptôclap;

K - hệ số xuất xưởng của các cấu kiện, lấy bằng 0,975.

Số ngày làm việc thực tế của áptôclap trong năm là: 365 - 112 = 253 ngày, (365 là số ngày trong năm). Số ngày nghỉ và ngày lễ: 52 × 2 + 8 = 112 ngày. Khi đó:

$$P = 275.1,6.253.0,4.3.0,975 = 133,5 \text{ nghìn } m^3.$$

Đối với nhà máy công suất $220m^3$ cấu kiện bêtông xốp số lượng cần thiết của áptôcláp là:

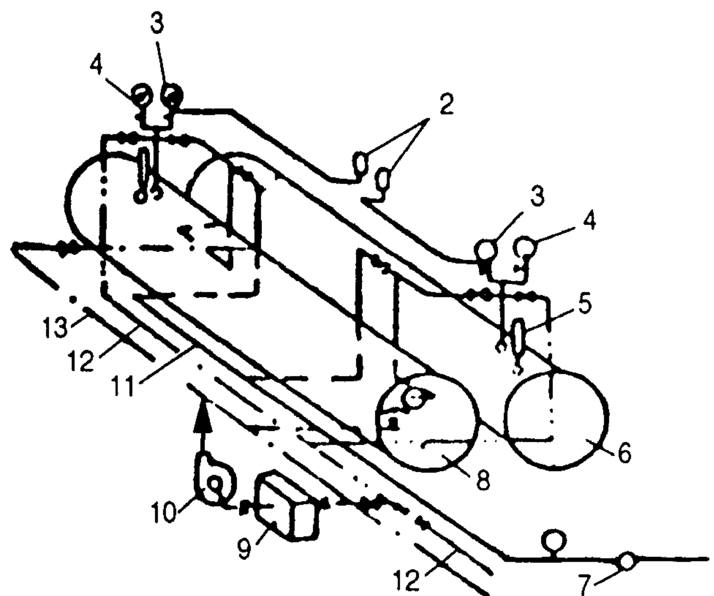
$$m = \frac{220.3}{133,5} \approx 5$$

Lẽ tự nhiên là, khi chưng hấp các cấu kiện dày 20 - 24 cm trong các khuôn riêng hệ số chứa đầy của các áptôclap sẽ thấp hơn 0,40 và có trị số khoảng 0,27 - 0,3. Trong trường hợp này:

$$m = \frac{220.3.0,4}{173,5.0,3} = 6,7 \approx 7 \text{ áptôclap}$$

Theo nguyên tắc, điều khiển chế độ gia công nhiệt trong áptôclap được tiến hành tự động.

Để đẩy nhanh sự đốt nóng các cấu kiện trong thời kỳ đầu của quá trình gia công nhiệt người ta đẩy không khí đã tích lũy trong áptôclap bằng cách thổi bằng hơi nước, với nó qua 10 - 20 phút sau khi xả hơi vào áptôclap van trên đường ống dẫn



***Hình I.19**. Sơ đồ thiết bị và giao liên của các áptôclap công nghiệp:*

1- van bảo hiểm; 2- manômét tự ghi từ xa; 3- manômét màng; 4- dụng cụ đo chân không; 5- nhiệt kế; 6 và 8 - các áptôclap; 7- đồng hồ đo hơi; 9- phin lọc mỡ; 10- bơm chân không; 11- đường ống dẫn hơi nước đến; 12- đường ống dẫn để xả hơi nước vào khí quyển và tạo chân không trong áptôclap; 13- nước ngưng tụ.

nước ngưng tụ được mở, hoặc bằng cách chân không hóa với việc tạo nên độ giảm áp 0,0133 - 0,2 MPa (100 - 150mm cột thủy ngân) trước khi xả hơi vào áptôclap.

Chân không hóa

Trên hình I.19 mô tả sơ đồ thiết bị và giao liên của các áptôclap công nghiệp với việc sử dụng chân không hóa. Để đạt được chân không hóa người ta dùng các bơm chân không. Người ta lựa chọn bơm chân không với tính toán thế nào đó, để cho $1m^3$ cấu kiện được nạp vào trong áptôclap phải được không dưới $0,2m^3$/phút hỗn hợp hơi nước không khí. Thí dụ, đối với áptôclap với sức chứa 168 m^3 với hệ số chứa đầy 0,3 cần phải hút ra lượng hỗn hợp hơi nước không khí 168.0,3.0,2 = $10m^3$/phút. Lượng hỗn hợp hơi nước không khí có thể hút ra được nhờ thiết bị bơm chân không RMK-4, nó có số vòng quay 720 vòng/phút. và công suất của động cơ điện 79/70 kW, nó hút được khi độ giảm áp 0% – $27m^3$/phút. 30% – $20m^3$/phút, 50% – $14m^3$/phút. 60% – $11m^3$/phút, 80% – $5m^3$/phút và 90% – $2m^3$/phút. Trình tự mở các van, khóa khi thực hiện chu trình gia công nhiệt (xem hình I.19) được mô tả dưới đây.

Các thao tác	N^0 của các van, khóa được mở (các van còn lại phải đóng)
1. Đẩy không khí ra khỏi áptôclap bằng cách chân không hóa.	4, 12, 14
2. Chuyển xả hơi nước từ áptôclap 8: khi chân không hóa.	7, 15
Khi không có chân không hóa trong trường hợp thổi	5, 7, 15
3. Nâng áp lực dư và duy trì dưới 0,8 - 1,2 MPa	1, 6, 15
4. Chuyển xả hơi nước từ áptôclap 8 sang áptôclap 6	9, 13, 15
5. Giảm áp lực dư đến 0 MPa	2, 3, 12, 15
6. Xả (tháo) nước ngưng tụ	5, 15
7. Chân không hóa khoảng không của áptôclap	4, 10, 12, 14
8. Nâng áp lực sau khi chân không hóa (khi thực hiện sấy bằng cách hạ áp suất)	2, 3, 12, 14

Phần II

CỐT LIỆU RỖNG DÙNG CHO BÊTÔNG NHẸ

Để chế tạo bêtông nhẹ người ta dùng cốt liệu rỗng tự nhiên và nhân tạo. Cốt liệu rỗng là vật liệu rời có khối lượng thể tích của các hạt với kích thước từ 5 đến 40mm (dăm hay sỏi) không lớn hơn 1000kg/m^3 và của các hạt dưới 5mm (cát) không lớn hơn 1200kg/m^3.

Căn cứ vào nguồn gốc tạo thành, người ta chia cốt liệu rỗng ra thành ba nhóm; tự nhiên, nhân tạo (được chế tạo đặc biệt) và sản phẩm phụ (phế thải) của công nghiệp.

Cốt liệu tự nhiên được dùng rộng rãi hơn cả là các khoáng mỏ có nguồn gốc phún xuất:

- Đá bọt - khoáng rỗng có cấu trúc rỗng hay dạng sợi, là thủy tinh phún xuất axít.

- Xỉ phún xuất - khoáng rỗng lớn có cấu trúc rỗ hay rỗng, là thủy tinh phún xuất của cấp phối kiềm;

- Tro núi lửa - khoáng rỗng nhỏ là thủy tinh và tro phún xuất đã hóa đá ximăng.

Ngoài ra, người ta còn dùng khoáng rỗng có nguồn gốc trầm tích để làm cốt liệu cho bêtông nhẹ, như:

- Khoáng cácbônat - đá vôi rỗng, đá vôi - vỏ sò, tro đá vôi;

- Khoáng silíc ôxýt - ôpôk, trêpel, điatômít, v.v...

Cốt liệu rỗng nhân tạo gồm:

- Kêrămzít và các chủng loại của nó (xungizít, sỏi tro, kêrămzít sét - tro, argillít và trêpel nở phồng), có được bằng cách nung và cho nở phồng các viên đã được chế tạo sẵn từ các khoáng sét và á sét (cát - sét), các hỗn hợp tro xỉ hay tro - bay của các nhà máy nhiệt điện;

- Termôlít, có được bằng cách nung với thiêu kết phối liệu từ các khoáng á sét và các vật liệu alumôsilicát khác, cùng các phế thải của khai thác, gia công và đốt nhiên liệu rắn (tro nhiệt điện, thải phẩm của làm giầu than).

Xỉ bọt được tạo thành do tạo rỗng các chất nóng chảy xỉ công nghiệp luyện kim và hóa chất:

- Xỉ hạt - có được do làm nguội đột ngột các chất nóng chảy của xỉ công nghiệp luyện kim và hóa chất;

- Perlít nở phồng được tạo thành do nở phồng trong khi nung các thủy tinh phún xuất chứa nước (perlít, ốpsiđian).

- Vermiculít nở phồng, có được do nở phồng mica hyđrát hóa tự nhiên khi nung.

Để chế tạo bêtông nhẹ người ta cũng còn sử dụng các sản phẩm phụ (thải phẩm) sau đây của công nghiệp:

- Xỉ nhiên liệu được tạo thành khi đốt cháy hay gia công hóa học ăngtraxít, than đá và than bùn;

- Xỉ luyện kim thải, được tạo thành do làm nguội tự nhiên các chất nóng chảy của xỉ luyện kim;

- Hỗn hợp tro - xỉ và tro bay hạt thô, có được do đốt cháy nhiên liệu rắn ở trạng thái bụi.

Căn cứ vào hình dạng của các hạt và đặc tính bề mặt cốt liệu rỗng được chia ra:

- Sỏi là các hạt có dạng giống như các hạt sỏi có bề mặt ngoài nhẵn và đặc. Cốt liệu giống như sỏi sau khi gia công nhiệt không qua đập;

- Dăm là các hạt với hình dạng có góc cạnh với bề mặt rỗng. Dăm có được do đập các nguyên liệu tự nhiên hay vật liệu sau khi nung.

- Cát là các hạt có thể có hình dạng gần như tròn hoặc cũng có thể có hình dạng góc cạnh. Theo kích thước của các hạt cốt liệu rỗng được chia ra: cát nhỏ với các hạt kích thước dưới 1,25mm, cát thô với các hạt từ 1,25 đến 5mm, cốt liệu lớn có các cỡ hạt 5 - 10, 10 - 20, 20 - 40 mm.

Theo khối lượng thể tích đổ đống cốt liệu rỗng được chia ra thành các mác sau đây: 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1400. Khối lượng thể tích đổ đống đối với mỗi mác của cốt liệu phải ở trong giới hạn sau đây: đối với mác 100 dưới 100kg/m^3, đối với mác 150 từ 100 đến 150 kg/m^3 đối với mác 200 từ 150 đến 200kg/m^3 và v.v...

Theo cường độ cốt liệu rỗng lớn được chia ra thành các mác sau đây: 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300 và 350. Mác theo cường độ được xác định theo kết quả xác định theo cường độ của cốt liệu bằng cách ép trong xilanh. Ở đây các giá trị của cường độ của các loại cốt liệu rỗng khác nhau phải thỏa mãn các yêu cầu, được ghi trong bảng II.1.

Bảng II.1. Mác của cốt liệu rỗng theo cường độ của chúng được ép trong xilanh, MPa

Mác của cốt liệu theo cường độ	Sỏi kêrămzít (kêrămzít và các chủng loại của nó)	Cốt liệu dăm rỗng (loại trừ xỉ bọt và dăm aglôpôrít)	Xỉ bọt	Dăm aglôpôrít
25	0,5 - 0,69 (5 - 6,9)	0,4 - 0,49 (4 - 4,9)	0,2 - 0,29 (2 - 2,9)	0,3 - 0,39 (3 - 3,9)
35	0,7 - 0,99 (7-9,9)	0,5 - 0,69 (5 - 6,9)	0,3 - 0,39 (3 -3,9)	0,4 - 0,49 (4 - 4,9)
50	1,0 -1,49 (10 - 14,9)	0,7 - 0,89 (7 - 8,9)	0,4 - 0,49 (4-4,9)	0,5 - 0,59 (5 - 5,9)
75	1,5 - 1,99 (15 - 19,9)	0,9 - 1,19 (9 - 11,9)	0,5 - 0,69 (5 - 6,9)	0,6 - 0,69 (6 - 6,9)
100	2 - 2,49 (20 - 24,9)	1,2 - 1,49 (12 - 14,9)	0,7 - 0,89 (7 -8,9)	0,7 - 0,79 (7 - 7,9)
125	2,5 - 3,29 (25 - 32,9)	1,5 - 1,79 (15 - 17,9)	0,9 - 1,09 (9 - 10,9)	0,8 - 0,89 (8 -8,9)
150	3,3 - 4,49 (33 - 44,9)	1,8 - 2,19 (18 - 21,9)	1,1 - 1,39 (11-13,9)	0,9 - 0,99 (9 -9,9)
200	4,5 - 5,49 (45 - 54,9)	2,2 - 2,69 (22 - 26,9)	1,4 - 1,79 (14 - 17,9)	1 - 1,9 (- 1,9)
250	5,5 - 6,49 (55 - 64,9)	2,7 - 3,29 (27 - 32,9)	1,8 - 2,19 (18 - 21,9)	1 - 1,9 (1- 19)
300	6,5 - 7,99 (65 - 79,9)	3,3 - 3,99 (33-39,9)	2,2 - 2,69 (22 - 26,9)	1,4 - 1,59 (14 - 15,9)
350	8,0 (80)	4,0 (40)	2,7 (27)	1,6 (16)

Căn cứ vào khối lượng thể tích và cường độ đã định của bêtông nhẹ, người ta quy định những yêu cầu sau đây đối với khối lượng thể tích đổ đống của cốt liệu rỗng được dùng và đối với mác theo cường độ của nó (bảng II.2).

Mác thiết kế của bêtông nhẹ	35	50	75	100	150	200	250	300	350	400
Mác của cốt liệu rỗng lớn theo cường độ	25 - 75	35 - 100	50 - 125	75 -150	75 -200	100 - 250	125 -300	125 - 350	200 - 350	250 - 350

Trên đây đã đưa ra các mác khuyến cáo của cốt liệu rỗng (theo cường độ) để chế tạo bêtông nhẹ*.

Đối với cốt liệu rỗng còn có những yêu cầu đối với độ bền vững chống phân rã, đối với lượng mất khi nung, đối với ẩm và các chỉ số khác.

Bảng II.2. Mác khuyến cáo của cốt liệu rỗng lớn (theo khối lượng thể tích đổ đống) để chế trạo bêtông nhẹ với khối lượng thể tích khác nhau

Khối lượng thể tích của bêtông nhẹ ở trạng thái khô, kg/m^3	Bêtông		
	Cách nhiệt	Kết cấu - cách nhiệt	Kết cấu
400	150 - 250	-	-
500	250 - 300	-	-
600	300 - 400	200 - 300	-
700	-	250 - 400	-
800	-	300 - 500	-
900 - 1000	-	400 - 600	-
1100 - 1200	-	500 - 700	-
1300 - 1400	-	600 - 800	400 - 600
1500 - 1600	-	700 - 1000	500 - 800
1700 - 1800	-	-	600 - 1000

Người ta chế tạo cát rỗng theo công nghệ đặc biệt (trong các lò lớp sôi, trong các lớp phun lên v.v..) hay bằng cách đập và sàng các cốt liệu rỗng lớn, cũng như các cục với kích thước lớn hơn 40mm. Căn cứ vào thành phần hạt các loại cát này được chia ra thành các chủng loại sau: cát thường (không phân thành các cỡ hạt) với các hạt có kích thước dưới 5mm, cát to - từ 1,25 đến 5mm, nhỏ - dưới 1,25mm. Đối với cát dùng để chế tạo bêtông nhẹ kết cấu - cách nhiệt và kết cấu có những yêu cầu về cấp phối hạt, chúng được ghi trong bảng II.3.

* Đối với bêtông nhẹ cách nhiệt mác của cốt liệu lớn theo cường độ không tiêu chuẩn hóa.

Mác của cát theo khối lượng thể tích, dùng để chế tạo bêtông nhẹ, phải phù hợp với những giá trị sau đây: đối với bêtông cách nhiệt - không lớn hơn 300; đối với bêtông kết cấu cách nhiệt - không lớn hơn 1000; đối với bêtông nhẹ kết cấu: mác 150 - 250 - không dưới 600; mác 300 - 500 - không dưới 800.

Bảng II.3. Cấp phối hạt khuyến cáo (lượng sót toàn phần trên các sàng) % theo thể tích của cát rỗng để chế tạo bêtông nhẹ

Kích thước của các mắt sàng, mm	Bêtông	
	Kết cấu - cách nhiệt	Kết cấu
5	0 - 10	0 - 10
2,5	10 - 40	15 - 35
1,25	20 - 60	30 - 50
0,63	30 - 70	40 - 65
0,315	45 - 80	65 - 80
0,14	70 - 90	90 - 100
Lọt qua sàng 0,14, %	10 - 30	0 - 10

Ghi chú: Cấp phối hạt đối với bêtông nhẹ cách nhiệt không tiêu chuẩn hóa.

Chương 1

CỐT LIỆU RỖNG TỰ NHIÊN

1.1. CỐT LIỆU NGUỒN GỐC PHÚN XUẤT

1.1.1. Đá bọt

Đá bọt - khoáng phún xuất, đã được tạo thành từ dung nham dạng thủy tinh nở phồng. Cấu trúc của đá bọt và đặc tính lỗ rỗng của nó rất đa dạng - cấu trúc hạt nhỏ và cấu trúc hạt lớn, với các lỗ rỗng dạng hang hốc, dạng sợi và dạng hàm ếch. Mầu sắc của đá bọt - từ trắng - xám đến nâu.

Căn cứ vào cấu trúc, các tính chất cơ lý cũng như theo tuổi địa chất đá bọt được chia thành hai loại là ani và litôít.

Đá bọt loại ani xốp hơn, nhẹ và kém bền hơn. Độ rỗng của nó có dạng bọt nhỏ, dạng sợi, kích thước của các lỗ rỗng từ một vài phần của micrôn đến 2 - 3mm. Đá bọt litôít có cấu trúc đặc, lỗ rỗng của nó có dạng tia, các lỗ rỗng được kéo dài ra đến 0,5mm. Đá bọt loại ani - thuộc niên đại thứ tư, đá bọt litôít - niên đại thứ ba.

Đá bọt thuộc loại khoáng axít, có chứa từ 66 đến 72% SiO_2. Ngoài ra, trong thành phần của đá bọt Al_2O_3 (13 - 18%) và kiềm (A - 9%) có vai trò quan trọng. Các tính chất cơ - lý cơ bản của một số loại đá bọt, được dùng để chế tạo các loại bêtông nhẹ khác nhau, được ghi trong bảng II.4.

Bảng II.4. Các tính chất cơ lý cơ bản của một số loại đá bọt

Các tính chất	Loại đá bọt	
	Ani	Litôít
Khối lượng thể tích đổ đống, kg/m³:		
Dăm	300 - 600	700 - 900
Cát	500 - 900	900 - 1200
Độ đặc, g/cm³	2,26 - 2,48	2,36 - 2,4
Độ rỗng của dăm, %	60 - 75	35 - 40
Độ hút nước của dăm, % theo khối lượng	45 - 60	9 - 11
Giới hạn cường độ chịu nén của cục dăm, MPa	2,5 - 3,0	17 - 27
Hệ số mềm	0,86	0,95

Để chế tạo bêtông nhẹ cách nhiệt và kết cấu cách nhiệt người ta thường dùng đá bọt loại ani. Trên cơ sở của chúng người ta có được bêtông với khối lượng thể tích từ 500 đến 1400kg/m^3 và cường độ tương ứng từ 1 - 10 MPa. Trên cơ sở của đá bọt litôít người ta chế tạo được bêtông nhẹ với khối lượng thể tích từ 1400 đến 1800kg/m^3 và cường độ từ 10 đến 40MPa.

1.1.2. Xỉ phún xuất

Xỉ phún xuất là khoáng xốp, được tạo thành từ thủy tinh phún xuất kiềm, và đôi khi từ cấp phối trung tính. Hàm lượng SiO_2 trong chúng biến động từ 50 đến 60%, Al_2O_3 từ 17 đến 24% và CaO + MgO từ 7 đến 12%. Xỉ phún xuất có cấu trúc hạt lớn dạng lỗ hang hốc và mầu tối.

Theo cấu trúc và các tính chất cơ - lý xỉ phún xuất có hai loại: loại thứ nhất có độ rỗng cao và khối lượng thể tích nhỏ, loại thứ hai nặng và chắc hơn. Các tính chất cơ bản của hai loại xỉ phún xuất này được ghi trong bảng II.5.

Bảng II.5. Các tính chất cơ lý - cơ bản của xỉ phún xuất

Các tính chất	Loại xỉ phún xuất	
	Thứ nhất	Thứ hai
Khối lượng thể tích đổ đống, kg/m^3:		
Dăm	400 - 500	650 - 950
Cát	600 - 750	950 - 1300
Độ đặc, g/cm^3	2,6 - 2,8	2,6 - 2,9
Độ hút nước của dăm, % theo khối lượng	26 - 35	13 - 20
Giới hạn cường độ chịu nén của cục dăm, MPa	10	10 - 20 và hơn nữa

Chương 2

CỐT LIỆU RỖNG NHÂN TẠO

2.1. KÊRĂMZÍT

Kêrămzít - vật liệu rỗng nhân tạo, có được bằng cách nở phồng khi nung nhanh các khoáng silicát. Loại nguyên liệu chính để sản xuất kêrămzít là loại sét dễ nóng chảy, trong một số trường hợp người ta còn dùng trêpel, phiến thạch hay tro của các nhà máy nhiệt điện. Các hạt có kích thước dưới 5mm được gọi là cát kêrămzít, còn các hạt có kích thước từ 5 đến 40 mm được gọi là sỏi kêrămzít. Hiện nay người ta thường nung kêrămzít trong các lò quay và nung trong các lớp vôi và phun. Còn ở CHLB Đức người ta sản xuất kêrămzít theo phương pháp chấn động, cũng như phương pháp có được kêrămzít từ các giọt lỏng của các chất nung chảy khi giảm đột ngột áp suất.

2.1.1. Các tính chất của kêrămzít

Kêrămzít là vật liệu gồm các hạt hình dạng gần như tròn với lớp vỏ bọc bên ngoài gồ ghề đặc, chúng có cấu trúc bên trong xốp rỗng. Các lỗ rỗng của chúng kín, về cơ bản là hình cầu, được phân cách với nhau bởi các thành mỏng từ thuỷ tinh silicát, chứa quăz, phenspát, gêmatít và các khoáng sét không hoà tan khác, cũng như các chất mới tạo thành - mulít và kristôbalít. Các lỗ rỗng phân bố trong cấu trúc của vật liệu đồng đều, chúng rất nhỏ với kích thước từ một vài phần mười của ăngstrem đến 1 - 2mm. Độ đặc của khối dạng thuỷ tinh của kêrămzít khoảng từ 2300 đến 2700 kg/m^3. Khối lượng thể tích của kêrămzít ở dạng cục biến động trong giới hạn từ 200 đến $1400kg/m^3$.

Căn cứ vào kích thước của các hạt người ta phân chia sỏi kêrămzít ra thành ba cỡ hạt: từ 5 đến 10mm, từ 10 đến 20 mm, từ 20 đến 40 mm. Căn cứ vào khối lượng thể tích đổ đống sỏi kêrămzít được chia ra thành các mác 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800. Theo cường độ chịu nén kêrămzít được chia ra thành các loại Avà B. Cường độ của sỏi kêrămzít khi nén (ép trong xilanh), phụ thuộc vào loại được đặc trưng bằng các chỉ số sau đây:

Mác của sỏi	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800
Cường độ của sỏi, MPa loại A	0,4	0,5	0,7	1	1,3	1,6	2	2,5	3	3,5	4,5	5,5
Loại B	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3	4

Độ hút nước của kêrămzít (theo khối lượng) trong thời gian 1 giờ phụ thuộc vào mác của nó ở trong giới hạn từ 15 đến 25%.

Trên cơ sở của kêrămzít người ta chế tạo được bêtông kêrămzít với nhiều công dụng khác nhau: cách nhiệt, kết cấu - cách nhiệt và kết cấu:

- Bêtông kêrămzít cách nhiệt với khối lượng thể tích không quá 500kg/m^3 và cường độ đến 1,5 MPa được dùng để cách nhiệt cho các kết cấu bao che - mái nhà của các toà nhà công nghiệp, trần của các nhà ở, tường của các kho lạnh, ống của mạng đường ống cấp nhiệt v.v... Độ dẫn nhiệt của bêtông này không được lớn hơn 0,174W/(m.K) [0,15 kcal/(m.giờ.°C)].

- Bêtông kêrămzít kết cấu - cách nhiệt với khối lương thể tích từ 700 đến 1400kg/m^3 và cường độ từ 3,5 đến 10 MPa được dùng làm kết cấu bao che bên ngoài - tường ngoài của các toà nhà, mái kết hợp v.v... Độ dẫn nhiệt của bêtông kêrămzít phụ thuộc vào khối lượng thể tích của nó, có các giá trị sau đây:

Khối lượng thể tích, kg/m^3	800	1000	1200	1300	1400	1500	1600
Độ dẫn nhiệt:							
W/(m.K)	0,29	0,348	0,464	0,522	0,58	0,638	0,696
Kcal/(m.giờ.°C)	0,25	0,3	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6

- Bê tông kêrămzít kết cấu có mác từ 150 đến 300 với khối lượng thể tích 1200 - 1800 kg/m^3 về căn bản được dùng làm kết cấu chịu lực bên trong - cột, dầm, sàn và t.t, cũng như trong xây dựng và đóng tầu.

2.1.2. Thực chất hoá lý của quá trình chế tạo kêrămzít

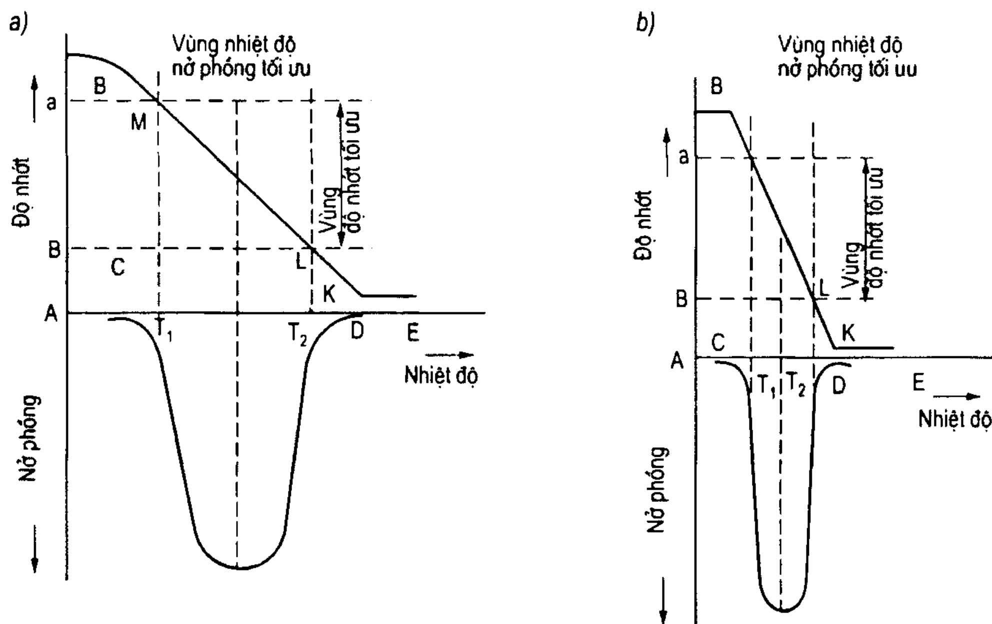
Thực chất của quá trình có được kêrămzít là ở chỗ, nung nhanh nguyên liệu sét đến trạng thái dẻo pirô (mềm) đồng thời với sự tạo thành và tách các sản phẩm dạng khí khác nhau do mất nước thuỷ hoá, phân dải của các quá trình ôxy hoá khử, các sản phẩm này dẫn đến sự tạo rỗng (nở phồng) của vật liệu. Lúc này điều kiện cơ bản để tạo thành vật liệu nở phồng với các lỗ rỗng nhỏ được phân bố đồng đều ở thời kỳ gia công nhiệt nguyên liệu là xảy ra đồng thời hai quá trình chảy mềm của nguyên liệu sét đến độ nhớt tối ưu và sự tạo khí.

Quá trình tạo rỗng của nguyên liệu sét trong quá trình sản xuất kêrămzít phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: vào bản chất và khối lượng của các khí được tạo thành trong thời kỳ nung; vào sự thay đổi độ nhớt của sét trong thời kỳ mềm của nó; vào chế độ nung được lựa chọn.

Phân tích các kết quả nghiên cứu ở Nga, cũng như ở các nước khác, cho thấy rằng, một trong các nguồn chính của sản phẩm dạng gas, đảm bảo cho sự nở phồng của đất sét dễ chảy khi nung nhanh nó, là sản phẩm của các phản ứng ôxy hoá khử và ôxy hoá của cácbon, cũng như nước cấu trúc của các khoáng sét.

Độ nhớt của vật liệu sét phụ thuộc vào thành phần hoá và khoáng của nguyên liệu và điều kiện nung của nó . Các công trình của nhiều nhà nghiên cứu đã khẳng định rằng , độ nhớt tối ưu của các sét dễ chảy khi nở phồng ở trong giới hạn từ 10^7 đến 10^5 Pa.s (từ 10^8 đến 10^6 Pz).

Chúng ta đã biết rằng, sét dễ chảy là vật liệu đa khoáng, khi đốt nóng chúng sự tăng trưởng của pha lỏng xảy ra từ từ, cho nên chúng không có nhiệt độ nóng chảy xác định. Liên quan với điều đó khoảng nhiệt độ từ thời điểm bắt đầu tạo thành pha lỏng cho đến khi vật liệu chuyển sang trạng thái chảy lỏng. Khoảng này được gọi là khoảng mềm (hình II.1). Giới hạn dưới của nó là nhiệt độ , ở nhiệt độ đó trên đường cong độ nhớt được đánh dấu bằng gẫy khúc đột ngột, nó đặc trưng cho sự biến đổi của vật chất từ trạng thái rắn sang trạng thái lưu động tối thiểu (điểm B trên các đường cong của hình II.1). Giới hạn trên sẽ là điểm của quá trình chuyển sang trạng thái lỏng lưu động (điểm K). Giá trị tương đối của khoảng nung mềm được đặc trưng bởi các đoạn thẳng BK trên các đường cong nung mềm và bởi vùng nhiệt độ giữa các điểm C và D. Vùng nằm trong giới hạn của đoạn ML và của các nhiệt độ T_1 và T_2, tương ứng với độ nhớt tối ưu của khối sét, mà ở trong nó xảy ra quá trình nở phồng của sét.



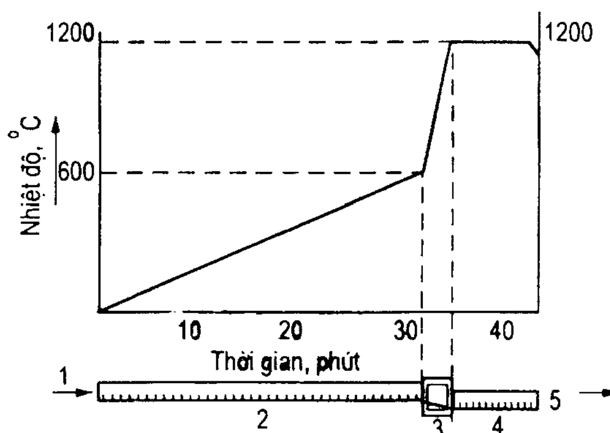
***Hình II.1.** Đặc trưng của sự mềm và các điều kiện tối ưu của quá trình nở phồng của đất sét.*

a- của các sét nóng chảy dài; b- của các sét nóng chảy ngắn

Tương tự như nấu thuỷ tinh người ta cũng phân biệt khoáng sét ra nóng chảy dài và nóng chảy ngắn. Từ đồ thị trên hình II.1, ở đây người ta mô tả các đường cong nguyên tắc của các quá trình nung mềm và nở phồng của các khoáng sét nóng chảy dài và nóng chảy ngắn, rõ ràng rằng, khoảng nung mềm càng lớn, thì điều kiện đối với quá trình nở phồng của các khoáng sét càng tốt. Tốc độ và nhiệt độ gia công bán thành phẩm ở các giai đoạn khác nhau của quá trình nung có ý nghĩa quyết định trong quá trình nở phồng

của các khoáng sét. Khi nung nhanh khối sét phần cơ bản của các sản phẩm dạng gas của các phản ứng được tạo thành trong thời kỳ, khi mà vật liệu chuyển sang trạng thái nung mềm (trạng thái nóng chảy pirô).

Chế độ gia công nhiệt hợp lý khi nung sét thành kêrămzít đã được đưa ra ở Liên Xô trước đây, được gọi là nung hai bậc. Thực chất của nó là ở chỗ không nung từ từ, mà nung theo bậc (hình II.2). Bậc thứ nhất - đó là sấy và đốt nóng từ từ bán thành phẩm ở nhiệt độ 200 - 600°C, Trong giai đoạn này các viên phối liệu có được độ bền nhiệt (khả năng không bị phá hoại khi cho chúng nhanh vào vùng nhiệt độ cao); bậc hai - tăng nhanh nhiệt độ, khi đó xảy ra quá trình nở phồng của bán thành phẩm.



Hình II.2*. Đường cong nguyên tắc của quá trình nung hai bậc của các sét thành kêrămzít*

1- nạp bán thành phẩm; 2- gia công nhiệt bán thành phẩm trước khi nở phồng; 3- liên hợp các thiết bị nhiệt; 4- nung thành kêrămzít; 5- lấy kêrămzít ra

Khi nung kêrămzít môi trường khí, tác động trực tiếp lên các phần tử của vật liệu, có ý nghĩa công nghệ rất quan trọng. Hàng loạt các nghiên cứu thực nghiệm và kinh nghiệm sản xuất đã chỉ ra rằng, khi nung trong môi trường khử so với môi trường ôxy hoá độ nở phồng của đa số các sét tăng trung bình lên 20 - 25 %, còn của một số sét tăng 2 - 3 lần.

2.1.3. Nguyên liệu để sản xuất kêrămzít

Trong sản xuất kêrămzít người ta thường dùng các khoáng sét dễ chảy, có thể nở phồng trong khi nung nhanh ở trạng thái tự nhiên hay với phụ gia. Các khoáng sét dễ chảy được dùng trong sản xuất kêrămzít gồm: sét phiến thạch, argilít, sét và á sét. Nở phồng tốt hơn cả là các loại quặng sét, chứa các khoáng của nhóm môntmôrilônít, ilít, clorit hay kết hợp của chúng. Hàm lượng của các ôxýt riêng biệt trong nguyên liệu sét nở phồng tốt ở trong các giới hạn (%) sau đây: SiO_2 50 - 55; Al_2O_3 15 - 25; Fe_2O_3 + FeO 6,5 - 10; CaO đến 4; Na_2O + K_2O 3,5 -5.

Như đã chỉ ra trước đây, độ nở phồng sẽ được cải thiện hơn khi có mặt của các tạp chất hữu cơ phân tán trong nguyên liệu đất sét, hàm lượng của chúng nên ở trong giới hạn 1 - 2 %. Độ nở phồng của nguyên liệu sét có thể tăng lên nhờ cho phụ gia hữu cơ và có chứa sắt. Với tư cách là phụ gia hữu cơ, người ta dùng: dầu mazút, mỡ sôla, bã bia lên men, mùn cưa, than bùn v.v... Hàm lượng các phụ gia hữu cơ cho vào thường chiếm 0,5 - 3%. Với tư cách là phụ gia chứa sắt người ta dùng pirít vụn, quặng sắt. Các phụ gia này nên cho vào với hàm lượng dưới 6 - 8% của sắt ôxýt trong nguyên liệu sét ban đầu. Khi hàm lượng của các sắt ôxýt trong sét nguyên liệu dưới 6 - 8% và của các chất hữu

cơ dưới 1%, thì có thể cho thêm cả hai phụ gia. Loại và hàm lượng tối ưu của các phụ gia, cho vào nguyên liệu sét, trong mỗi trường hợp riêng biệt người ta xác định bằng thực nghiệm. Trong trường hợp này cần phải có cơ sở khoa học kinh tế - kỹ thuật đối với mỗi cơ sở sản xuất kêrămzít nhất định.

Sự phù hợp của nguyên liệu sét để sản xuất kêrămzít được xác định theo phương pháp đặc biệt. Theo phương pháp này người ta tiến hành nung thí nghiệm các viên nguyên liệu trong các lò nung thí nghiệm ở nhiệt độ từ 980 đến 1250°C với khoảng 30°C. Theo kết quả của các mẻ nung thí nghiệm người ta xác định chế độ tối ưu của quá trình gia công nhiệt và khối lượng thể tích của kêrămzít, người ta xác định nó đối với mỗi một viên đã nở phồng.

Để chế tạo sỏi kêrămzít, theo nguyên tắc, người ta thường dùng là nguyên liệu sét, có nhiệt độ nở phồng không hơn 1250°C, với khoảng nở phồng không dưới 50°C. Cần phải nhấn mạnh rằng, kêrămzít được chế tạo trong điều kiện thí nghiệm, thường có khối lượng thể tích nhỏ hơn (và tương ứng có hệ số nở phồng cao hơn), so với kêrămzít, có được khi nung chính sét ấy trong các lò quay công nghiệp. Cho nên để đánh giá cuối cùng về sự phù hợp của nguyên liệu và phẩm chất của sản phẩm sau nghiên cứu thực nghiệm, người ta tiến hành thí nghiệm bán công nghiệp.

2.1.4. Công nghệ chế tạo kêrămzít

Sơ đồ công nghệ sản xuất kêrămzít gồm các bước cơ bản sau đây: khai thác nguyên liệu; chế tạo và nung bán thành phẩm; làm nguội và phân loại kêrămzít và trong một số trường hợp đập sản phẩm để có cát.

Quan trọng hơn cả trong các bước kể trên là chế tạo và nung bán thành phẩm. Các phương pháp chế tạo bán thành phẩm, bao gồm cả gia công sơ bộ quặng sét, về cơ bản phụ thuộc vào các tính chất cấu trúc - cơ của nguyên liệu ban đầu, vào độ đặc, độ ẩm, độ dẻo, độ quánh, độ đồng nhất của nó và tương tự.

Bởi vì công nghệ nung bán thành phẩm và phần lớn các thao tác công nghệ tiếp theo đều giống nhau đối với tất cả các phương pháp, bắt đầu từ việc xem xét các thao tác công nghệ chế tạo bán thành phẩm và sau đó là nung và các thao tác công nghệ tiếp theo của quá trình sản xuất kêrămzít.

Hiện nay đã có ba phương pháp chế tạo bán thành phẩm, có tính đến các tính chất cơ - lý và cấu trúc quặng sét: khô, dẻo và ướt.

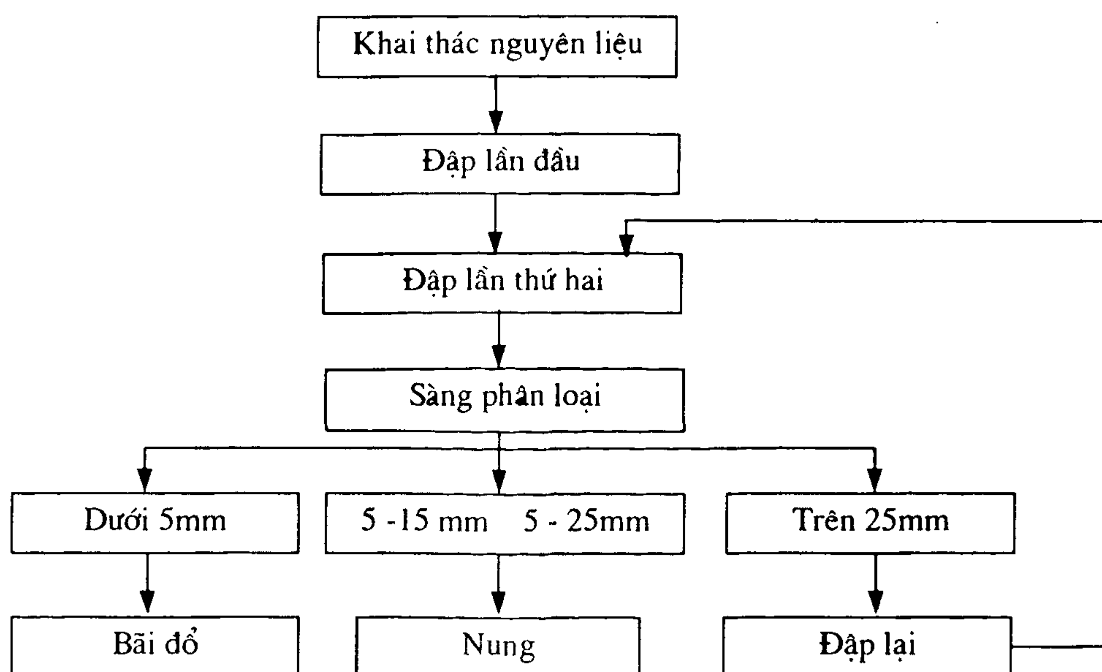
2.1.4.1. Các phương pháp chế tạo bán thành phẩm

Phương pháp khô.

Người ta sử dụng phương pháp này để chế tạo bán thành phẩm khi dùng nguyên liệu ban đầu là quặng sét dạng đá đồng nhất (sét phiến thạch, argilít và tương tự). Theo phương pháp này quặng từ mỏ đưa về được đập và sàng thành những cỡ hạt đã định. Các cục phiến thạch được đập trong hai giai đoạn.

Đập sơ bộ đến kích thước không lớn hơn 100mm, được thực hiện trong các máy đập hàm hay trong các máy dập trục có răng. Để đập ở giai đoạn thứ hai người ta cũng dùng máy đập trục có răng. Sau khi đập lần thứ hai người ta sàng bột thu được trên sàng chấn động hay sàng nhiều mặt. Sau khi sàng ta được bột có bốn cỡ hạt: 0 - 5; 5- 15; 15 - 25 và trên 25mm.

Cỡ hạt nhỏ của phiến thạch (dưới 5mm), có thể dùng làm bán thành phẩm để chế tạo cát kêrămzít. Nhưng nó nở phồng kém, cho nên người ta cho nó ra bãi đổ. Các hạt có kích thước 5 - 10 và 15 - 25 được đưa vào bunker để chứa bán thành phẩm, sau đó mỗi một cỡ hạt được đưa riêng biệt vào lò quay để nung. Các hạt lớn hơn 25mm đưa trở lại máy đập để đập lại. Dưới đây là sơ đồ công nghệ chế tạo bán thành phẩm:



Hàm lượng của các hạt nhỏ được tạo thành có thể biến động trong giới hạn rộng, phụ thuộc vào cường độ của nguyên liệu ban đầu và loại máy đập. Lượng phế thải thực tế khi đập thường được xác định bằng thực nghiệm.

Phương pháp dẻo

Phương pháp này thường được dùng nhiều trong sản xuất kêrămzít. Bằng phương pháp này người ta có được các viên nguyên liệu từ quặng sét rời và dẻo. Khi chế tạo bán thành phẩm theo phương pháp này bắt đầu nguyên liệu sét được đi vào các trục gia công có mắt sàng. Máy cán trục này có hai trục rỗng, quay ngược chiều nhau với tốc độ khác nhau. Người ta gá lắp vào trục bề mặt của các trục các tấm với các lỗ thủng dạng elip, các tấm này nghiêng với đường sinh của trục dưới góc 45°. Mỗi một hàng lỗ của trục này phân bố đối diện với đường liền của trục kia. Sét đi vào gia công bị các trục cuốn theo và ép qua các lỗ trong các tấm vào trong tang trống.

Kinh nghiệm khai thác các máy trục ép với các lỗ rỗng cho thấy rằng, chúng gia công tốt các khoáng sét với cấu trúc khác nhau. So với máy xa luân chúng có năng suất lớn hơn, tỷ tiêu hao năng lượng nhỏ hơn và khối lượng nhỏ.

Sau đó nguyên liệu sét đi vào máy trộn hai trục, ở đó khối sét được đồng nhất hoá và trong nhiều trường hợp làm cho nó đủ độ ẩm, cũng như cho thêm vào nó phụ gia làm tăng độ nở phồng. Đặc tính kỹ thuật của máy trộn hai trục được ghi trong bảng II.6.

Bảng II.6. Đặc tính kỹ thuật của các máy trộn hai trục

Các đặc tính kỹ thuật	Mác của các máy trộn					
	CM - 256	CM - 447A	CM - 449	CM - 296A	CM - 296B	CM - 460
Chiều dài của bồn, m	3,5	3	3	2	2	2
Năng suất theo sét, m^3/ giờ	35	18	18	5,9	7,5	3,6
Công suất của động cơ điện, kW	40	28	28	-	10	4,5
Khối lượng của máy, T	5,635	3,5	4,2	0,7	-	0,6

Để tạo viên cho sét người ta sử dụng các trục tạo hình có các lỗ. Các trục này cũng có kết cấu như của các máy gia công, nhưng các lỗ trong các tấm thay đổi tròn. Các trục gia công sét trong các máy trục cán tạo hình có lỗ tạo được các viên với kích thước từ 7 đến 20mm. Dưới đây là đặc tính của các trục có lỗ của máy CM - 979:

Năng suất, m^3/s: 8 - 30

Đường kính của trục, m: 1,-12

Công suất của động cơ điện, kW: 55

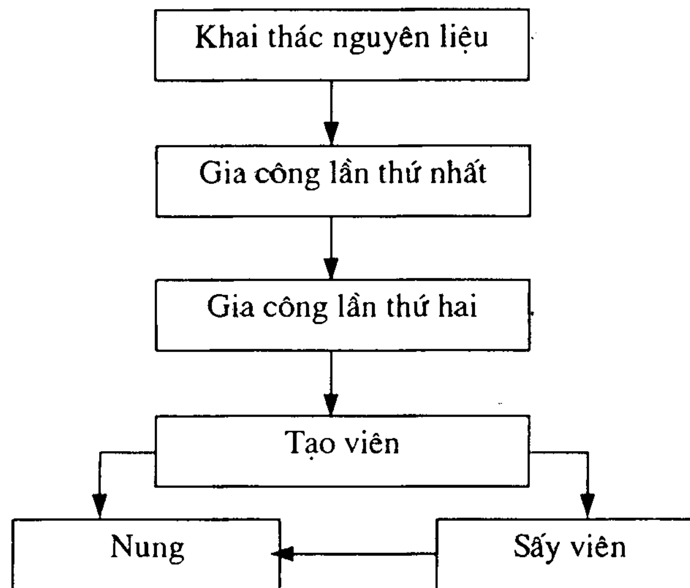
Kích thước, m:

- Dài: 3,265
- Rộng: 2,972
- Cao: 1,318
- Khối lượng, T: 6,2

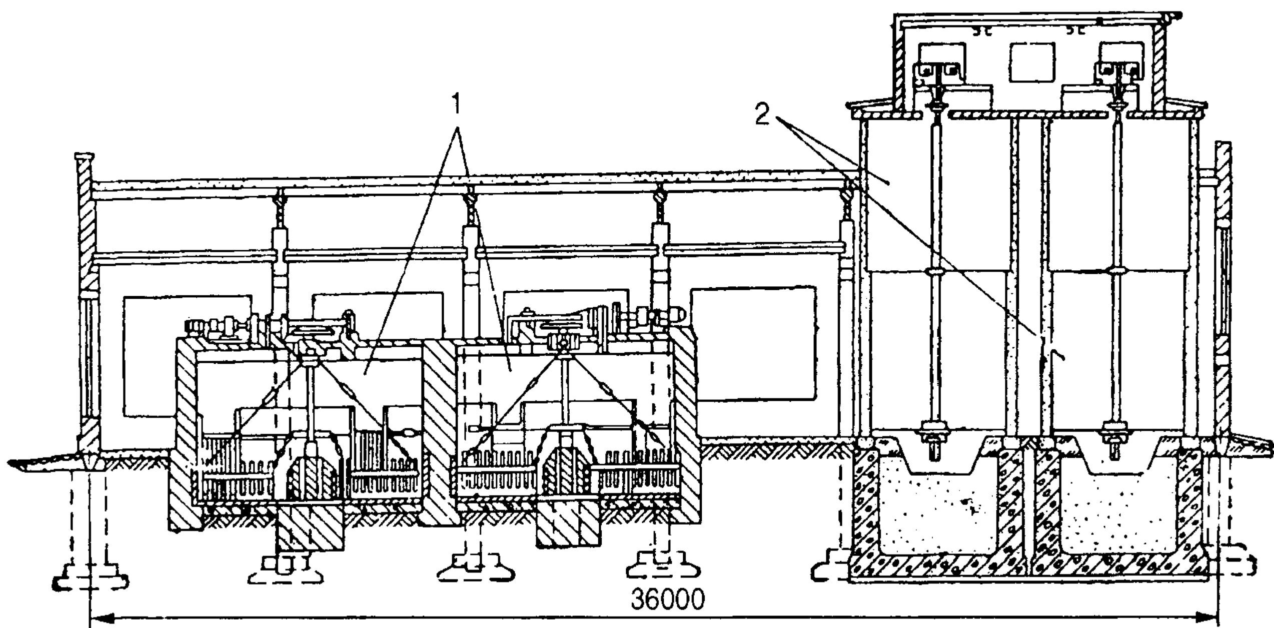
Các viên đã được tạo hình xong được đưa vào nung trong các lò quay. Trong các trường hợp riêng các viên còn được sấy trước khi nung. Việc chuẩn bị bán thành phẩm theo phương pháp dẻo được thực hiện theo sơ đồ công nghệ sau đây:

Phương pháp ướt.

Phương pháp này được dùng có hiệu quả hơn cả khi sử dụng sét dễ được làm ướt để chế tạo bán thành phẩm. Nguyên liệu được nghiền sơ bộ trong máy đập trục có răng và đưa vào máy trộn hai trục, ở đây do trộn cưỡng bức sét trong nước nóng người ta có được bùn với nồng độ dạng hồ và với hàm lượng nước 45 - 55%. Bùn được bơm vào bể



chứa bùn, được trang bị các bộ phận trộn cơ học hay các bộ phận để cấp không khí nén, chúng ngăn cản không cho bùn lắng và đông đặc (hình II.3). Từ bể chứa bùn nhờ các bơm và các cấp liệu bùn được đưa vào lò nung thùng quay, ở đây xảy ra các quá trình sấy bùn, tạo viên và nung chúng. Khi sản xuất kêrămzít theo phương pháp ướt có thể sử dụng thiết bị điển hình của công nghiệp ximăng. Ở một số nhà máy ở nước ngoài người ta gia công sét và chế tạo bùn trong các máy nghiền xa luân; sau đó bùn được gầu nâng nghiêng đưa vào lò nung thùng quay.



***Hình II.3**. Phân xưởng chế tạo bùn*
1. máy khuấy bùn; 2. các bể chứa bùn

Sấy và nung nóng.

Khi sản xuất kêrămzít bán thành phẩm đã được chuẩn bị xong trải qua hàng loạt các giai đoạn gia công nhiệt: sấy, đốt nóng, nung và làm nguội. Khi làm việc theo phương pháp khô các viên không phải sấy.

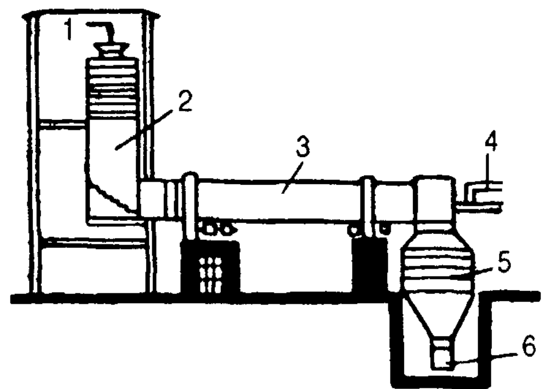
+ *Sấy.*

Ở các nhà máy làm việc theo phương pháp dẻo, bán thành phẩm được nung hoặc là trong các tổ hợp riêng hoặc trong chính lò nung. Khác với sản xuất các loại cấu kiện cêramíc khác, ở đây sấy là một trong các thao tác công nghệ cơ bản, trong sản xuất kêrămzít chế độ sấy bán thành phẩm từ các sét có độ nở phồng cao không ảnh hưởng rõ rệt đến phẩm chất của sản phẩm. Khi đốt nóng các bán thành phẩm với độ ẩm cao các viên bán thành phẩm bị phá hoại từng phần, nhưng trong thời kỳ nở phồng các mảnh vỡ đã được tạo thành tăng thể tích lên một vài lần và có dạng gần giống như sỏi.

Ở các nước khác để nung kêrămzít người ta dùng lò quay dài, vùng làm mất nước được kéo dài, kết quả của nó là sấy và nung được thực hiện trong cùng một tổ hợp.

Trong nhiều các nhà máy khác các viên bán thành phẩm được sấy trong các tổ hợp riêng - trong lò sấy thùng quay, khí thải từ lò quay được đưa vào đây.

Khi sản xuất kêrămzít theo phương pháp hai bậc (hình II.4) gia công nhiệt sơ bộ các viên trước khi nung được thực hiện trong các lò sấy thùng quay được môđel hóa hay trong các buồng trao đổi nhiệt ở ngoài lò - trong các lò đứng, buồng sấy băng tải, buồng sấy ghi, v.v... Trong trường hợp dùng buồng trao đổi nhiệt ngoài lò được sử dụng triệt để nhiệt lượng của khí thải (bởi vì không có sự làm nguội trung gian của vật liệu giữa lò sấy thùng quay và lò nung) và lượng nhiệt tiêu tốn để nung kêrămzít có thể giảm đi 1,5 - 2 lần.

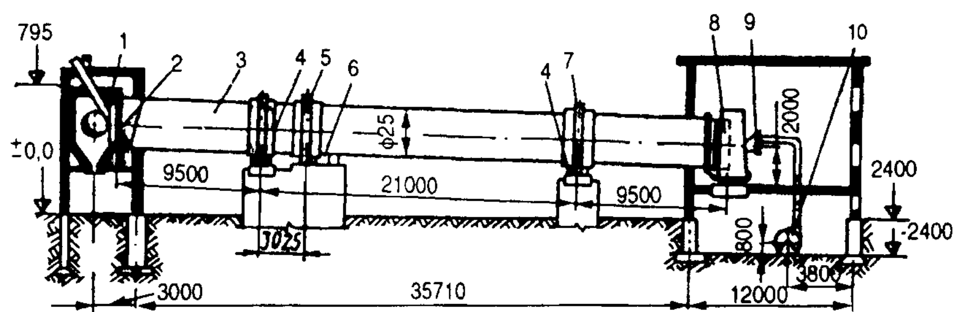


Hình II.4. *Sơ đồ nung kêrămzít hai bậc với gia công nhiệt sơ bộ bán thành phẩm trong tháp đứng trao đổi nhiệt:*

1- cửa nạp bán thành phẩm; 2- Tháp trao đổi nhiệt; 3- lò quay ngắn; 4- vòi phun; 5- buồng làm nguội; 6- cửa tháo sản phẩm.

+ *Nung.*

Nung bán thành phẩm trong sản xuất kêrămzít, là thao tác công nghệ quan trọng nhất, được thực hiện trong lò nung thùng quay. Thời gian vật liệu ở trong lò quay chiếm 20 - 30 phút. Trong thời gian ấy dọc theo chiều dài của lò vật liệu đi qua các vùng - sấy, đốt nóng, nở phồng và làm nguội. Để nung kêrămzít người ta dùng lò quay một tang trống và hai tang trống. Lò một tang trống có chiều dài từ 12 đến 70m, có một tang trống với cùng một đường kính từ 1,8 đến 5m theo toàn bộ chiều dài của nó. Lò được khai thác tốt là lò có chiều dài 40m và đường kính 2,5m (hình II.5).



Hình II.5. Lò quay một tang trống để nung kêrămzít 2,5×40m:
1- buồng lắng bụi; 2- cấp liệu; 3- phần côn của lò; 4- các trụ tựa con lăn; 5- vòng răng; 6- dẫn động; 7- đai; 8- đầu lò; 9- thiết bị phun; 10- quạt thổi.

Đặc tính kỹ thuật của ba loại lò quay một tang trống được dùng phổ biến hơn cả trong các nhà máy sản xuất kêrămzít được ghi trong bảng II.7.

Bảng II.7. Đặc tính kỹ thuật của lò nung một tang trống

Các đặc tính kỹ thuật	Kích thước của lò (dài × đường kính, m)		
	40 × 2,5	22 ×2,3	12 × 1,2
Năng suất của lò, m^3/giờ	12	6	1,75
Độ nghiêng của lò, %	3,5	3,4	3,2
Số vòng quay, vòng/phút	0,6 - 3	0,6 - 2,5	1,8 - 1,9
Khối lượng (không có lớp lót), T	169,5	42,5	11
Công suất của động cơ điện của dẫn động chính, kW	45	25	10

Hiện đại hơn cả là phương pháp nung hai bậc. Trong trường hợp này bán thành phẩm được sấy và đốt nóng đến 500 - 600°C trong tổ hợp thiết bị sấy, sau đó vật liệu lập tức đi vào vùng nung. Trong trường hợp này nhiệt lượng của khí thải được sử dụng triệt để hơn, loại bỏ sự làm nguội trung gian của bán thành phẩm và giảm được kích thước của thiết bị nung. Thí dụ, nung theo chế độ như thế này được thực hiện trong lò nung hai tang trống, nó gồm tang trống dài đường kính nhỏ với dẫn động riêng, được dùng để sấy và nung bán thành phẩm và tang trống ngắn hơn đường kính lớn hơn cho nở phồng. Ở Nga trong nhiều nhà máy người ta đã dùng các lò nung hai tang trống năng suất 200 - 300 nghìn m^3/năm.

Các lò nung hai tang trống được dùng trong các nhà máy sản xuất kêrămzít ở Đan Mạch, Na Uy và CHLB Đức, gồm tang trống gia công nhiệt trước dài 29m với đường kính 2,5m và số vòng quay 1 - 2 vòng/phút và tang trống của vùng nở phồng dài 16m, đường kính 3,4m và số vòng quay 2 - 2,6 vòng/phút. Năng suất của lò loại này khi nung nguyên liệu với độ ẩm 25% là 100- 150 nghìn m^3/năm.

Để xác định năng suất của lò quay nung kêrămzít có thể dùng công thức của A.N. Ivanôp:

$$G = \frac{4,62D^3.10^6}{q\gamma_k},$$

Trong đó:

G- năng suất của lò, m^3giờ;

D- đường kính bên trong của lò, m;

q- tỷ tiêu tốn nhiệt lượng để nung, kJ/kg;

γ_k- khối lượng thể tích đổ đống của kêrămzít, kg/m^3.

Để xác định sơ bộ lượng dùng nguyên liệu cho 1m^3 kêrămzít từ các khoáng sét, có khối lượng thể tích và hệ số nở phồng khác nhau, có thể dùng các số liệu của bảng II.8.

Khi tính toán các chỉ số của bảng II.8 người ta đã tính đến các tổn thất khối lượng, liên quan với sấy và nung của nguyên liệu sét, cũng như tổn thất khi vận chuyển và gia công sét.

Bảng II.8. Lượng dùng sét cho 1m^3 kêrămzít, m^3

Quặng sét	Khối lượng thể tích, kg/m^3	Mác của kêrămzít					
		250	300	350	400	500	600
Tơi	1600	0,21	0,25	0,29	0,33	0,42	0,5
Dẻo	1800	0,15	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6
Đặc (phiến thạch)	2000	0,19	0,23	0,27	0,31	0,36	0,46

Bảng II.9 Tổn thất của nguyên liệu ban đầu khi sản xuất kêrămzít, %

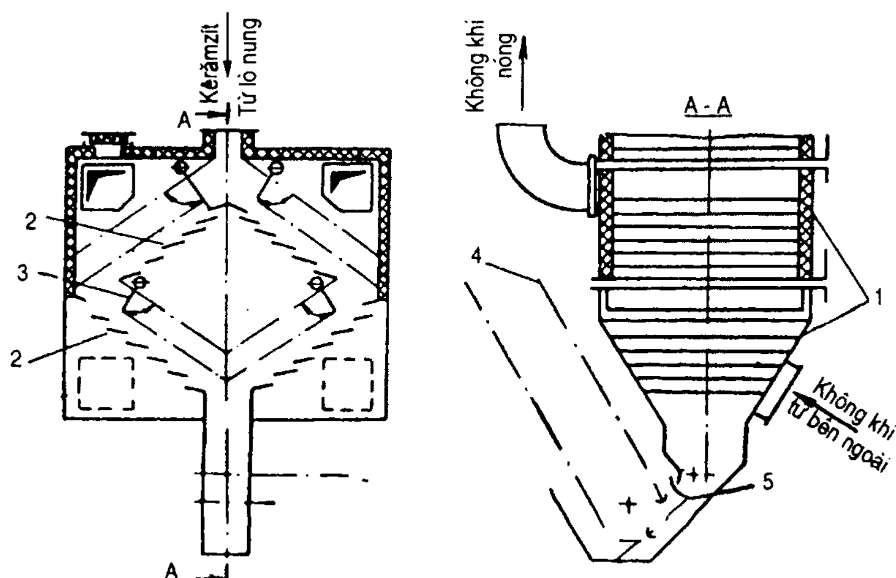
Quặng sét	Trước khi nung	Sau khi nung	Bay theo bụi	Mất khi nung
Sét dẻo	1	1	5	6
Sét dạng đá	1	1	3	4,5

Làm nguội kêrămzít

Kêrămzít đi ra khỏi lò quay, có nhiệt độ 950 - 1050°C. Để làm nguội kêrămzít đến nhiệt độ 50 - 70°C, với nhiệt độ đó kêrămzít có thể được phân loại, từ lò ra người ta đưa nó vào buồng làm nguội.

Chế độ làm nguội ảnh hưởng rõ rệt đến cường độ của các viên sỏi kêrămzít, đặc biệt của lớp vỏ bọc bề mặt của chúng. Khi làm nguội chậm trong các thiết bị làm nguội dạng hố và tang trống cấu trúc của kêrămzít rất tốt. Trong các nhà máy công suất lớn người ta thường dùng thiết bị làm nguội dạng tang trống, nó là tang trống hở hai đầu, ở đầu nóng trên một phần ba chiều dài người ta đặt lớp lót bằng samốt. Ở phần này của tang trống kêrămzít được làm nguội chậm. Ở đoạn còn lại của tang trống, mặt trong của nó được

trang bị các bộ phận đảo trộn, làm bằng thép chữ U. Ở đây vật liệu được làm nguội nhanh hơn. Không khí nóng đi ra khỏi thiết bị sấy, được đưa vào lò quay. Tang trống của thiết bị làm nguội thường được sản xuất với đường kính 1,5 - 2,5m và dài 8 -25m. Người ta đặt chúng trên hai gối tựa với góc nghiêng 3 - 6°. Số vòng quay của tang trống 2,5 - 7 vòng/phút, thời gian làm nguội kêrămzít 20 - 60 phút. Kích thước của thùng làm nguội phụ thuộc vào năng suất của lò nung: lò quay đường kính 2,5m dài 40m được trang bị thùng làm nguội đường kính 2,5 và dài 20m; lò quay đường kính 2,3m và dài 22m có thùng làm nguội đường kính 2,3m và dài 15m.



***Hình II.6**. Sơ đồ buồng làm nguội theo lớp:*

1- vỏ của buồng trao đổi nhiệt; 2- các lưới nghiêng; 3- van quay; 4- máy nâng gầu; 5- van quạt.

Ở Nga Viện nghiên cứu kêrămzít đã đưa ra thiết bị làm nguội kêrămzít theo lớp. Thiết bị được mô tả trên hình II.6. Trong vỏ của nó người ta đặt hai bậc lưới nghiêng. Không khí lạnh được thổi qua lớp kêrămzít đang chuyển động trên mặt các lưới. Kêrămzít đi ra khỏi buồng làm nguội có nhiệt độ 20 - 60°C.

Ở các nước khác các xưởng và nhà máy với công suất 60 - 120nghìn m^3/năm được trang bị thiết bị làm nguội dạng hố. Thiết bị làm nguội dạng hố là một dung tích bằng bêtông cốt thép, ở dưới đầu nóng của lò quay. Kêrămzít đi vào đây bằng cách tự chảy. Sau khi làm nguội kêrămzít được cầu trục với gầu ngoạm lấy ra. Thời gian làm nguội kêrămzít trong hố biến động từ một vài ngày đến một vài tuần. Ở một số nhà máy khác người ta làm nguội kêrămzít trong quá trình vận chuyển nó bằng không khí nén từ lò nung đến phân xưởng phân loại và đập. Để làm nguội nhanh kêrămzít người ta có thể phun nước hay không khí lạnh khi vật liệu chuyển động trên các băng tải. Nhưng khi làm nguội quá nhanh kêrămzít làm cho một phần các viên sỏi bị phá hoại.

Sàng và đập kêrămzít

Sau khi làm nguội kêrămzít được đưa sang sàng phân loại, còn trong một số trường hợp - máy đập. Sỏi kêrămzít được phân ra thành ba cỡ hạt: 5 - 10, 10 - 20 và 20 - 40mm, còn cát kêrămzít - ra các cỡ hạt 1,2 - 5 và 0 - 1,2 mm.

Kêrămzít thường được phân loại trên các sàng chấn động, sàng ống. Khi cần có cát người ta đập kêrămzít trong các máy đập búa và các máy đập trục với các trục có gờ. Người ta thường tổ chức đập và sàng theo chu trình khép kín. Sau khi phân loại các cỡ hạt riêng biệt của cát và sỏi kêrămzít được các băng tải đưa vào các bunker chứa để bảo quản và phân phối. Người ta tính sức chứa của các bunker này với lượng dự trữ vật liệu 2 - 5 ngày.

2.1.5. Tính cân bằng nhiệt của lò quay để nung kêrămzít

Cân bằng nhiệt - đây là một trong các đặc tính cơ bản của lò nung cho phép đánh giá hiệu quả của loại lò đã lựa chọn và chế độ làm việc của nó. Để tính toán cân bằng nhiệt trong khi lò làm việc bình thường người ta lấy các điều kiện:

1. Người ta chỉ tính cân bằng nhiệt của lò không tính các quá trình sấy của bán thành phẩm và làm nguội sản phẩm đã được sản xuất;

2. Người ta quy ước cho rằng, các tạp chất hữu cơ của sét và phụ gia không tham gia vào quá trình cháy và bay khi nung ở dạng của các chất không bị ôxy hóa dạng khí;

3. Người ta không cho vào tính toán các tổn thất không cháy hết cơ học của nhiên liệu, bởi vì lò quay để nung kêrămzít được thiết kế dùng nhiên liệu lỏng và khí;

4. Không tính đến tổn thất bay theo bụi;

Người ta tính cân bằng nhiệt của lò quay để nung kêrămzít theo sơ đồ xác định (người ta tính toán cho 1 giờ làm việc của lò).

Những khoản mang vào của cân bằng nhiệt là:

1. Nhiệt do cháy nhiên liệu;
2. Nhiệt vật lý của nhiên liệu;
3. Nhiệt do bán thành phẩm mang vào;
4. Nhiệt vật lý của không khí sơ cấp, được cấp vào vòi phun;
5. Nhiệt vật lý của không khí thứ cấp, đi vào lò nung từ thiết bị làm nguội;
6. Nhiệt vật lý của không khí, được hút vào qua những khe hở của đầu lò.

Những khoản tiêu tốn của cân bằng nhiệt là:

1. Chi phí nhiệt để làm bay hơi nước (ẩm);
2. Chi phí nhiệt cho các phản ứng hóa học;
3. Tổn thất nhiệt cùng với kêrămzít đi ra khỏi lò;

4. Tổn thất nhiệt vào môi trường xung quanh;

5. Tổn thất nhiệt cùng với khí thải;

6. Tổn thất nhiệt do nhiên liệu không cháy hết.

Phần thu

1. Nhiệt do cháy nhiên liệu Q_1^v (kJ).

$$Q_1^v = Q_d^{tt} B$$

Trong đó:

Q_d^{tt} - khả năng phát nhiệt thấp của nhiên liệu;

B - lượng dùng nhiên liệu, kg/giờ (là đại lượng cần tìm của cân bằng nhiệt).

2. Nhiệt vật lý của nhiên liệu Q_2^v (kJ).

$$Q_2^v = BC_n t_n$$

Trong đó:

C_n - tỷ nhiệt dung của nhiên liệu, kJ/(kg.K);

t_n - nhiệt độ của nhiên liệu, đi vào lò, °C

Người ta xác định tỷ nhiệt dung của nhiên liệu theo công thức:

- Đối với mazút:

$$C_n = 4,2\,(0,415 + 0,0006\,t_n) = 1,7430 + 0,00252t_n,\ \text{kJ/(kg.K)}$$

- Đối với gas:

$$C_n = 4,2\,(0,323 + 0,000018t_n) = 1,3566 + 0,0000\,756t_n,\ \text{kJ/(kg.K)}.$$

3. Nhiệt do bán thành phẩm mang vào Q_3^v (kJ) :

$$Q_3^{tt} = G_c C_c t_c$$

Trong đó:

G_c - khối lượng của bán thành phẩm, đi vào lò nung, kg/giờ;

t_c - nhiệt độ của bán thành phẩm đi vào lò nung, °C;

C_c - tỷ nhiệt dung của bán thành phẩm đi vào lò nung, kJ/(kg/K), được xác định theo công thức:

$$C_c = \left(0,22\frac{100 - W_C'}{100} + \frac{W_C'}{100}\right)4,2 = 0,924\frac{100 - W_C'}{100} + \frac{4,2W_C'}{100}, \text{kJ/(kg.K)}$$

Trong đó:

W_C' - độ ẩm tương đối của bán thành phẩm, đi vào lò nung, %

4. Nhiệt vật lý của không khí sơ cấp, được cấp vào vòi phun, Q_4^v (kJ):

$$Q_4^v = B.V_k^o \alpha' t_k C_k$$

Trong đó:

V_k^o - lượng dùng lý thuyết của không khí, cần thiết để đốt cháy 1kg nhiên liệu (người ta xác định nó cho trường hợp cháy nhiên liệu với $\alpha = 1$);

α' - hệ số dư không khí ở gốc của ngọn lửa (thường đối với gas $\alpha' = 1{,}05 \div 1{,}1$; đối với mazút $1{,}1 \div 1{,}75$);

t_k - nhiệt độ của không khí sơ cấp, được cấp vào lò °C;

C_k - tỷ nhiệt dung của không khí [C_k được lấy bằng 1,008 kJ/(kg.K)], hay 1,344 kJ/(m^3.K).

5. Nhiệt vật lý của không khí thứ cấp, đi vào lò nung từ thiết bị làm nguội Q_5^v (kJ):

$$Q_5^v = BV_k^o(\alpha'' - \alpha')t'_k C_k$$

Trong đó:

t'_k - nhiệt độ của không khí, đi ra khỏi thiết bị làm nguội, °C; người ta xác định nó khi tính trao đổi nhiệt trong thiết bị làm nguội, thực tế có thể lấy t'_k bằng 150 - 180°C.

Có thể xác định giá trị của Q_5^v từ tính toán nhiệt của thiết bị làm nguội hay tính với điều kiện là, $\alpha'' = 1{,}4 \div 1{,}5$.

6. Nhiệt vật lý của không khí, bị hút vào lò nung qua những chỗ hở của đầu lò, Q_6^v (kJ):

$$Q_6^v = BV_k^o(\alpha''' - \alpha'')t_k^o C_k$$

Trong đó:

α''' - hệ số dư không khí ở đầu nạp liệu của lò, thường người ta lấy $\alpha''' = 1{,}8 \div 2{,}4$;

t_k^0 - nhiệt độ của không khí trong xưởng, °C

Phần chi

1. Tiêu tốn nhiệt để làm bay hơi của ẩm Q_1^{ct} (kJ):

$$Q_1^{ct} = P_g^k G_{H_2O}^2.2499$$

Trong đó:

P_g^k - năng suất giờ của lò nung theo lượng kêrămzít được nung, kg;

2499- nhiệt ẩm của sự tạo thành hơi nước của nước ở O°C, kJ/kg;

$G_{H_2O}^2$ - thể tích của nước, được tách ra khi nung bán thành phẩm, tính cho 1kg kêrămzít, kg:

$$G^2_{H_2O} = G^w_S - G^{kh}_S$$

Trong đó:

G^{kh}_S - lượng dùng sét khô tuyệt đối cho 1kg kêrămzít được nung, kg [$G^{kh}_S = \frac{100}{100 - m.n.k}$, ở đây m.n.k - lượng mất khi nung, %];

G^w_S - lượng dùng bán thành phẩm với độ ẩm của các viên W, đi vào lò nung, % [$G^w_S = \frac{G^{kh}_S}{100 - W}$, ở đây W - độ ẩm của các viên, được nạp vào lò nung, %].

2. Tiêu tốn nhiệt cho các phản ứng hóa học Q^{tt}_2. Các quá trình hóa - lý xảy ra khi nung sét thành kêrămzít, chưa được nghiên cứu đầy đủ, cho nên khi tính Q^{tt}_2 người ta chỉ tính tiêu tốn nhiệt lượng cho các quá trình sau đây:

a) Phân giải $CaCO_3$ - Q^{tt}_{2a} (kJ):

$$Q^{tt}_{2a} = P^k_g G_{CaCO_3}.1587,6$$

Trong đó:

1587,6 - hiệu ứng thu nhiệt khi phân giải $CaCO_3$, kJ/kg;

$$G_{CaCO_3} = \frac{CaCO_3}{100} G^{kh}_S \text{ và } CaCO_3 = CaO.100/56,$$

Trong đó:

CaO- hàm lượng của canxi ôxýt trong sét, %;

100 - mol của $CaCO_3$;

56- mol của CaO;

b) Phân giải $MgCO_3$ - Q^{tt}_{2b} (kJ):

$$Q^{tt}_{2b} = P^k_g G_{MgCO_3}.1318,8,$$

Trong đó:

1318,8 - hiệu ứng thu nhiệt khi phân giải $MgCO_3$, kJ/kg:

$$G_{MgCO_3} = \frac{MgCO_3}{100} G^{kh}_S \text{ và } MgCO_3 = \frac{MgO.84,32}{40,32};$$

Trong đó:

MgO - hàm lượng magiê ôxýt trong sét;

84,32 - mol của $MgCO_3$; 40,32 - mol của MgO.

c) Làm mất nước của các khoáng sét - Q^{tt}_{2c} (kJ):

$$Q^{tt}_{2c} = P^k_g G^X_{H_2O}.6720$$

Trong đó:

$G^X_{H_2O}$ - lượng nhiệt tiêu tốn để làm mất nước của các khoáng sét:

$$G^X_{H_2O} = \frac{G^{kh}_S.m.n.k}{100} - G_{CO_2}\text{, ở đây } G_{CO_2}(G_{CaCO_3} + G_{MgCO_3}) - \left(\frac{CaO + MgO}{100}\right)G^{kh}_S;$$

d) Làm nóng chảy khối silicát - Q^{tt}_{2c},

Lượng nhiệt để làm nóng chảy khối silicát (thủy tinh) trong tính toán kỹ thuật nhiệt người ta thường lấy bằng 83.4,2 = 348,6 kJ/kg.

Trong kêrămzít người ta lấy hàm lượng pha thủy tinh bằng 90%. Cho nên tỷ chi phí nhiệt để tạo thành pha thủy tinh (nghĩa là làm nóng chảy khối silicát) tính theo 1kg kêrămzít được nung, có thể được lấy bằng 0,9 × 348,6 = 313,7 hay ~ 315 kJ/kg.

Khi đó:

$$Q^{tt}_{2c} = 315.P^k_g(kJ).$$

Người ta cho rằng, hiệu ứng thu và tỏa nhiệt của tất cả các phản ứng còn lại và các biến đổi pha bù trừ lẫn nhau, cho nên người ta không tính đến chúng. Như vậy:

$$Q^{tt}_2 = Q^{tt}_{2a} + Q^{tt}_{2b} + Q^{tt}_{2c} + Q^{tt}_{2d}$$

3. Tiêu phí nhiệt cùng với kêrămzít đi ra khỏi lò, Q^{tt}_4 (kJ):

$$Q^{tt}_3 = P^k_g C''_{k.r} t''_{k.r}$$

Trong đó:

$t''_{k.r}$ - nhiệt độ của kêrămzít khi ra khỏi lò, °C, thường $t''_{k.r} = 900 \div 1100°C$;

$C''_{k.r}$ - tỷ nhiệt dung của kêrămzít được nung ở nhiệt độ $t''_{k.r}$, kJ/(kg.K), được tính theo công thức chung: $C_{krt} = 4,2C_{krt}(1 + 0,00039t)kJ/(kg.K)$, ở đây C_{krt} - tỷ nhiệt dung của kêrămzít ở nhiệt độ t, trong trường hợp này C_{krt} = C'', còn t =t'';

C_{kr0} - tỷ nhiệt dung của kêrămzít ở 0°C [nó có thể được lấy bằng 0,2 .0,42 = 0,84 kJ/(kg.K)].

4. Chi phí nhiệt vào môi trường xung quanh Q_4 (kJ):

Người ta tiến hành tính các chi phí này theo các công thức đối với dòng nhiệt ổn định:

$$Q^{tt}_4 = KF(t_l - t_k)$$

Trong đó:

K - hệ số truyền nhiệt chung, kW/(m^2.K);

F- bề mặt tỏa nhiệt (chỉ của tang trống của lò, không tính đến tổn thất qua đầu lò), m^2;

t_l- nhiệt độ bên trong lò, °C (người ta lấy nó theo đường cong nung);

t_k - nhiệt độ của không khí trong xưởng nung, °C (hay nhiệt độ của không khí bên ngoài, nếu như lò nung đặt ở ngoài trời).

Nên tính tổn thất nhiệt theo từng đoạn riêng biệt, số lượng của chúng phụ thuộc vào chiều dài của lò:

Với chiều dài của lò 12m: 3 đoạn

Với chiều dài của lò 22m: 5 đoạn

Với chiều dài của lò 40m: 8 đoạn

Nhiệt độ bên trong của lò đối với mỗi đoạn được xác định trung bình theo công thức:

$$T_{ltb} = \sqrt{T_{l1}T_{l2}}\ K;$$

$$T_{l.1} = t_{l.1} + 273;\ T_{l.2} = t_{l.2} + 273;$$

Trong đó:

$t_{l.1}$ và $t_{l.2}$ - nhiệt độ tương ứng ở đầu và cuối của mỗi đoạn.

Người ta tính các hệ số trao đổi nhiệt theo các công thức chung của trao đổi nhiệt đối lưu và bức xạ. Có thể lấy chúng gần đúng theo bảng:

Bảng II.10 Các giá trị của các hệ số truyền nhiệt, kW/(m².K)

Nhiệt độ bên trong của lò trên đoạn được xem xét, °C	Các hệ số	
	α_1	α_2
Dưới 200	9,28	5,8
200 - 500	13,92	8,12
500 - 800	23,20	11,60
800 - 1100	40,60	17,40
Trên 1100	58,00	23,20

Bề dày của lớp lót, của lớp cách nhiệt và của vỏ lò người ta lấy theo thiết kế, còn độ dẫn nhiệt của chúng - theo các sổ tay đối với các khoảng nhiệt tương ứng. Khi tính tổn thất nhiệt nên lập bảng theo mẫu sau:

Bảng những số liệu ban đầu để tính toán tổn thất nhiệt

N⁰ của các đoạn	Chiều dài của đoạn, m	Bề mặt lớp lót, m²	Nhiệt độ, °C			Hệ số trao đổi nhiệt, kW/(m².K)	Hệ số truyền nhiệt, kW/(m².K)	Tổn thất nhiệt Q_4^{tt},kJ
			Trong lò	Ở đoạn (trung bình)	Của không khí bên ngoài			
1 2 3 4 và t.t								
Tổng cộng theo cả lò								

Thực tế đã khẳng định rằng, giá trị của Q_4^{tt} chiếm gần 20% nhiệt cháy của nhiên liệu. Nó có thể được lấy trong tính sơ bộ.

5. Tổn thất nhiệt cùng với khí thải Q_5^{tt}:

Khi tính Q_5^{tt} người ta nhận thấy rằng, trong khí thải có chứa:

a) Sản phẩm cháy của nguyên liệu;

b) Các chất bay của phụ gia hữu cơ và tạp chất hữu cơ của sét: khi tính Q_5^{tt} quy ước cho rằng, các tạp chất hữu cơ của sét và phụ gia hữu cơ khi nung bị phân giải trước mêtan và bay lên, không cháy;

c) Hơi nước của ẩm tích tụ của bán thành phẩm và hơi nước của nước liên kết hóa học;

d) Khí cacbôníc do phân giải cacbônát.

Người ta tính giá trị của Q_5^{tt} theo các công thức sau đây:

a) Tổn thất cùng với nhiệt vật lý của các sản phẩm cháy (kJ):

$$Q_{5a}^{tt} = BV_{\alpha'''}^{o.ch} C_{o.ch} t_{o.ch}$$

Trong đó:

$V_{\alpha'''}^{o.ch}$ - thể tích của các sản phẩm cháy trên 1kg nhiên liệu đã cháy với lượng dư của không khí α''' (người ta xác định từ tính cháy nhiên liệu);

$C_{o.ch}$ - tỷ nhiệt dung của khí thải ở nhiệt độ của chúng khi ra khỏi lò, người ta tính nó theo công thức:

$$C_{o.ch} = 4,2\ (0,25 + 0,000014t_{o.ch}) = 1,050 + 0,0000588t_{o.ch}\ \text{kJ/(kg.K)};$$

$$C_{o.ch} = 4,2\ (0,323 + 0,000018t_{o.ch}) = 1,3566 + 0,0000756t_{o.ch}\ \text{kJ/(m}^3\text{.K)};$$

Trong đó:

$t_{o.ch}$ - nhiệt độ của khí thải, °C.

Khi tính toán Q_{5a} có thể lấy các giá trị sau đây của nhiệt của khí thải (theo số liệu thực tế) (°C):

Đối với lò dài 12m : $t_{o.ch} = 700 \div 750$

Đối với lò dài 22m : $t_{o.ch} = 500 \div 600$

Đối với lò dài 40m : $t_{o.ch} = 400 \div 500$

Đối với lò dài 60m : $t_{o.ch} = 250 \div 300$

b) Tổn thất cùng với nhiệt vật lý của các chất hữu cơ bay (kJ):

$$Q_{5b}^{tt} = P_g^k G_{hc}^b C^{hc} t_{o.ch}$$

Trong đó: G_{hc}^b - tổn thất nhiệt cùng với các chất hữu cơ bay ($G_{hc}^b = \frac{m.k.n}{100} G_{bt}$);

$C_{CH_4}^{o.ch}$ - tỷ nhiệt dung của mêtan với nhiệt độ khác nhau của khí thải.

Phụ thuộc vào nhiệt độ nhiệt dung của mêtan thay đổi trong các giới hạn sau đây:

t,°C	0	100	200	300	400	500
C_{CH_4} kJ/(kg.K)	0,1722	2,4562	2,8157	3,1853	3,5406	3,8682

c) Tổn thất cùng với nhiệt vật lý của hơi nước hấp thụ và nước liên kết hóa học (kJ):

$$Q_{5c}^{tt} = P_g^k(G_{H_2O}^{ch} + G_{H_2O}^{x})C_{H_2O}^{o.ch}t_{o.ch}$$

Trong đó:

$C_{H_2O}^{o.ch}$ - tỷ nhiệt dung của hơi nước ở nhiệt độ khác nhau của khí thải.

Phụ thuộc vào nhiệt dung của hơi nước thay đổi trong giới hạn sau đây:

t,°C	200	300	400	500	600	700	800
C_{H_2O} kJ/(kg.K)	1,9467	2,0068	2,0710	2,1368	2,2084	2,2802	2,3524

d) Tổn thất cùng với nhiệt vật lý của CO_2, được tạo thành khi phân giải các cacbônát (kJ):

$$Q_{5d}^{tt} = P_g^k G_{CO_2} t_{o.ch} C_{CO_2}^{0.ch},$$

Trong đó:

$C_{CO_2}^{0.ch}$ - tỷ nhiệt dung của khí cacbôníc ở nhiệt độ khác nhau của khí thải.

Phụ thuộc vào nhiệt độ tỷ nhiệt dung của khí cacbôníc thay đổi trong giới hạn sau đây:

t,°C	200	300	400	500	600	700	800
C_{CO_2}, kJ/(kg.K)	0,9958	1,0601	1,1138	1,1584	1,1957	1,2268	1,2533

Toàn bộ tổn thất nhiệt cùng với các khí thải Q_5^{tt} gồm:

$$Q_5^{tt} = Q_{5a}^{tt} + Q_{5b}^{tt} + Q_{5c}^{tt} + Q_{5d}^{tt}$$

6. Tổn thất do cháy không hết nhiên liệu. Người ta cho rằng, trong lò làm việc bình thường các tổn thất này không được vượt quá 2% theo tổng lượng dùng nguyên liệu để nung.

Thực tế tổn thất nhiệt do nhiên liệu không cháy hết đạt đến 8 - 10%, và đôi khi còn lớn hơn (kJ), nghĩa là:

$$Q_6^{tt} = 0,01\chi BQ_{n.l}^{vl},$$

Trong đó:

χ - tổn thất nhiệt thực tế do nhiên liệu cháy không hết, %;

$Q_{n.l}^{vl}$ - nhiệt vật lí của nhiên liệu, kJ;

Chúng ta có phương trình cân bằng nhiệt của lò:

$$\Sigma Q_{1-6}^{v} = \Sigma Q_{1-6}^{tt}$$

Theo phương trình này người ta xác định lượng dùng nhiên liệu B. Ví dụ tính cân bằng nhiệt của lò quay để nung kêrămzít được dẫn ra dưới đây.

Ví dụ. Khi tính cân bằng nhiệt của lò quay các số liệu ban đầu được lấy như sau:

1. Phương pháp sản xuất - dẻo với các viên phối liệu lò sấy thùng quay;
2. Lò quay với đường kính 2,5m, dài 40m;
3. Năng suất của lò 100 nghìn m^3/năm, hay 12m^3/giờ ($P_{giờ}^{k}$);
4. Khối lượng của các viên, được nạp vào lò nung, 6540 kg/giờ (G_{bt});
5. Độ ẩm tạo hình của sét 22%;
6. Độ ẩm của các viên phối liệu đi ra khỏi thùng sấy 8% (W);
7. Nhiên liệu dùng để nung - mazút với nhiệt lượng cháy 9170.4,2 = 38514 kJ/kg;
8. Nhiệt độ, °C:
   a) Nở phồng của sét: 1150;
   b) Của các viên phối liệu khi nạp vào lò nung: 50 (t_{bt});
   c) Của kêrămzít khi ra khỏi lò: 900 (t_k'');
   d) Của kêrămzít khi ra khỏi thiết bị sấy: 500;
   e) Của không khí bên ngoài trong xưởng : 20;
   g) Của khí thải: 400 ($t_{o.ch}$);
   h) Của mazút đi vào lò nung (t_T);
   i) Của không khí (nhiệt độ trung bình), cấp vào để đốt cháy - 330 (t_{kk});
9. Hệ số dư không khí α - 1,75 (α');
10. Hệ số dư của không khí, trong buồng nạp liệu của lò - 2,4 (α''');
11. Khối lượng thể tích đổ đống của kêrămzít 400kg/m^3(γ_k);
12. Thành phần hóa của sét, dùng để sản xuất kêrămzít (%):
    SiO_2 - 55; Al_2O_3 - 20; Fe_2O_3 - 9; MgO - 1; CaO - 3; m.k.n - 8; kiềm - 4.

Phần vào

1. Nhiệt do cháy nhiên liệu Q_1^v(kJ):

$$Q_1^v = Q_{n.l}^{vl}B = 38514B$$

2. Nhiệt vật lý của nhiên liệu Q_2^v(kJ):

$$Q_2^v = BC_Tt_T = B.1,9194.70 = 134,358B$$

3. Nhiệt do bán thành phẩm mang vào, Q_3^v:

$$Q_3^v = G_{bt}C_{bt}t_{bt} = 6540.1,1861.50 = 387854,7kJ;$$

$$C_{bt} = 0,924\frac{100-8}{100} + 4,2\frac{8}{100} = 1,1861kJ(kg.K);$$

4. Nhiệt vật lý của không khí, đưa vào đốt:

$$Q_4^v = BV_k^o\alpha t_k C_k = B.13,4.1,75.330.1,008 = B.7800,41kJ.$$

5. Nhiệt vật lý của không khí, hút vào lò qua các khe hở của đầu lò:

$$Q_5^v = BV_k^o(\alpha_1 - \alpha)t_k^0 C_k = B.13,4.0,65.20.1,008 = B.175,59kJ.$$

Trong trường hợp này không khí đã đốt nóng được thổi vào lò cho nên ở phần vào chỉ tính đến nhiệt của nó.

Phần tiêu phí

1. Tổn thất nhiệt làm bay hơi nước Q_1^{tt} (kJ):

$$Q_1^{tt} = P_{giờ}^K G_{H_2O}^{ch}.2499$$

Xác định $P_{giờ}^k$. Với $\gamma_{k.r}$ của kêrămzít 400kg/m³ và năng suất của lò 12m; $P_{giờ}^k$ = 4800kg/giờ;

$G_{H_2O}^{ch}$ - thể tích nước, được tách ra khi nung bán thành phẩm (trên 1kg kêrămzít): $G_{H_2O}^{ch} = G_{ch}^{w} - G_{ch}^{bt}, G_{ch}^{bt}$ - lượng dùng sét khô tuyệt đối cho 1kg kêrămzít nung:

$$G_{ch}^{bt} = \frac{100}{100 - m.k.n} = \frac{100}{100-8} = 1,9kg/kg$$

G_{ch}^{w} - lượng dùng bán thành phẩm với độ ẩm của các viên đi vào lò nung W':

$$G_{ch}^{w'} = \frac{G_{ch}^{bt}}{100 - W'} = \frac{1,09}{100-8}100 = 1,185kg \text{ trên 1kg kêrămzít}$$

Ở đây m.k.n - lượng mất khi nung của sét.

Sau đó chúng ta tìm các giá trị của $G_{H_2O}^{ch}$ và Q_1^{tt}:

$$G_{H_2O}^{ch} = G_{ch}^{w} - G_{ch}^{bt} = 1.185 - 1,09 = 0,095 \text{ kg trên 1kg kêrămzít;}$$

$$Q_1^{tt} = P_{giờ}^{kr}G_{H_2O}^{ch}.2499 = 4800.0,095.2499 = 1,139544 \text{ kJ.}$$

2. Tổn thất nhiệt cho các phản ứng hóa học Q_2^{tt}:

a) Để phân giải $CaCO_3$:

$$Q_{2a}^{tt} = P_{giờ}^{k} G_{CaCO_3}.1587,6 = 4800.0,0228.1318,8 = 445036,032\,kJ;$$

$$G_{CaCO_3} = \frac{CaO}{56} G_{ch}^{bt} = \frac{3}{56} 1,00 = 0,0584\,;$$

b) Để phân giải $MgCO_3$:

$$Q_{2b}^{tt} = P_{giờ}^{k} G_{MgO}.1318,8 = 4800.0,0228.1318,8 = 144329,472kJ\,;$$

$$G_{MgCO_3} = \frac{MgCO_3}{100} G_{ch}^{bt} = \frac{2,09}{100} 1,09 = 0,0228;$$

$$MgCO_3 = \frac{MgO}{84,32} 40,32 = \frac{1.84,32}{40,32} = 2,09;$$

c) Để làm mất nước của các khoáng sét:

$$Q_{2c}^{tt} = P_{giờ}^{k} G_{H_2O}^{x}.6720 = 4800.0,0496.6720 = 1599397,6kJ$$

$$G_{H_2O}^{x} = \frac{G_s^{kh}.m.k.n}{100} - G_{CO_3} = \frac{1,09.8}{100} - 0,0376 = 0,0496$$

$$G_{CO_3} = \left(G_{CaCO_3} + G_{MgCO_3}\right) - \frac{CaO + MgO}{100} G_{ch}^{bt} =$$

$$= (0,0584 + 0,0228) - \frac{3+1}{100} 1,09 = 0,0376$$

d) Để nung nóng chảy khối silicát:

$$Q_{2d}^{tt} = 75P_{giờ}^{k} = 315.4800 = 1512000kJ$$

Như vậy:

$$Q_2^{tt} = Q_{2a-d}^{tt} = 445036,032 + 144329,472 + 1599897,6 + 1512000 = 3701263,1\,kJ;$$

3. Tổn thất nhiệt cùng với kêrămzít khi ra khỏi lò nung:

$$Q_3^{tt} = P_{giờ}^{k} C_{kr}^{''} t_{kr} = 4800.1,1348.900 = 4902336,0kJ;$$

$$C_{kr}^{''} = 4,2C_{kr}(1+0,00039) = 4,2.0,2(1+0,00039) = 1,1348kJ$$

4. Tổn thất nhiệt vào môi trường xung quanh Q_4^{tt}:

Có thể lấy Q_4^{tt} khoảng 20% nhiệt cháy của nhiên liệu:

$$Q_4^{tt} = 38514.0,2B = 7702,8B.$$

5. Tổn thất nhiệt cùng với khí thải Q_5^{tt}:

a) Với nhiệt vật lý của sản phẩm cháy của nhiên liệu:

$$Q_{5a}^{tt} = BV_{\alpha}^{och}C_{o.ch}t_{och} = B.1,9.1,387.400 = 1054,12B$$

$$C_{o.ch} = 1,3566 + 0,0000756.400 = 1,387;$$

b) Với nhiệt vật lý của hơi nước của nước hấp thụ và liên kết hóa học:

$$Q_{5b}^{tt} = P_{giờ}^{k}(G_{H_2O}^{ch} + G_{H_2O}^{x})C_{H_2O}t_{o.ch} = 4800(0,095 + 0,0496)2,0710.400 = 574976kJ$$

c) Với nhiệt vật lý của CO_2, được tạo thành do phân giải cacbônát:

$$Q_{5c}^{tt} = P_{giờ}^{k}G_{CO_2}C_{CO_2}t_{o.ch} = 4800.0,0376.1,1384.400 = 82183,2kJ.$$

Tổng cộng:

$$Q_5^{tt} = \Sigma Q_{5a-c}^{tt} = 1054,12B + 574976 + 82183,2 = 1054,12B + 657159,2kJ$$

Trong ví dụ này sét không chứa các phụ gia hữu cơ, cho nên khi tính Q_5^{tt} không tính đến tổn thất nhiệt cùng với các chất bay.

6. Tổn thất nhiệt do nhiên liệu cháy không triệt để Q_6^{tt}.

Trong thực tế giá trị của Q_6^{tt} đạt đến 1% nhiệt lượng do cháy nhiên liệu:

$$Q_6^{tt} = 0,01BQ_d^{tt} = 0,01.38515B = 385,15B.$$

Phương trình cân bằng nhiệt $\Sigma Q_{1-5}^{v} = \Sigma Q_{1-6}^{tt}$:

$$38514B + 143,358B + 387854,7 + 7800,41B + 175,59B =$$

$$1139544 + 3701263,1 + 4902336 + 7702,8B + 1054,12B + 657159,2 + 385,14B;$$

$$\Rightarrow B = 267,12kg$$

Sau khi tính toàn bộ cân bằng nhiệt người ta lập bảng theo mẫu 2.

2.1.6. Các phương pháp mới sản xuất kêrămzít

2.1.6.1. Sản xuất cát kêrămzít trong lò lớp sôi

Công nghệ chế tạo kêrămzít hiện hành cho phép có được kêrămzít chất lượng cao với kích thước hạt 10 - 20 và 20 - 40mm. Để có được cát kêrămzít (0 - 5mm) và các cỡ hạt nhỏ của sỏi (5 - 10mm) rất khó khăn. Cho nên người ta đã tiến hành nhiều công trình nghiên cứu để tạo nên các phương pháp mới sản xuất kêrămzít, đặc biệt là các cỡ hạt nhỏ. Kết quả của nhiều công trình nghiên cứu đã đưa ra công nghệ chế tạo cát kêrămzít trong các lò lớp sôi.

Vận hành của lò (lò phản ứng) lớp sôi được dựa trên nguyên tắc sau. Người ta thổi không khí (gas) qua lớp vật liệu, tốc độ của không khí chiếm vị trí trung gian giữa tốc độ bay bổng, với nó các hạt gần như mất khối lượng riêng của mình và tốc độ, với nó các hạt bị mang ra khỏi thiết bị (trạng thái lơ lửng). Lúc này lớp các viên bán thành phẩm "sôi", kết quả là bề mặt tiếp xúc giữa các viên vật liệu và chất tải nhiệt được tăng đột ngột,

thúc đẩy các quá trình trao đổi nhiệt và trao đổi chất và tạo nên điều kiện cho sự phân bố đồng đều nhiệt trong toàn bộ thể tích của vật liệu được nung.

Bảng tổng kết cân bằng nhiệt

Nhiệt mang vào	Lượng nhiệt			Nhiệt chi phí	Lượng nhiệt		
	kJ	kJ trên 1kg kêrămzít	% so với tổng		kJ	kJ trên 1kg kêrămzít	% so với tổng
Do cháy nhiên liệu	10287859,7	2143,3	80,1	Cho bay hơi nước	1139544	237,4	8,9
Nhiệt vật lý:							
Của nhiên liệu	38889,7	7,5	0,3	Cho các phản ứng hóa học	3701263,1	771,1	28,8
Của bán thành phẩm	387854,7	80	3,0	Để nung kêrămzít	4902336	1021,3	38,2
Của không khí				Với các tổn thất vào môi trường xung quanh	2057571,9	428,7	16
Của không khí đưa vào đốt cháy	2083645,5	434,1	16,2	Tổn thất với nhiệt vật lý của các khí thải	938735,7	195,6	7,3
Của không khí hút vào qua các khe hở của đầu lò	46903,6	9,8	0,4	Tổn thất do cháy không triệt để nhiên liệu	102146,8	21,3	0,8
Tổng cộng	12842153,2	2675,5	100	Tổng cộng	12841597,5	2675,4	100

Công nghệ sản xuất như sau: sét từ mỏ đưa về với độ ẩm 25% - 30% được đưa vào kho chứa sét, kho được trang bị cầu trục với gầu ngoạm. Từ kho sét được đưa vào máy làm tơi, sau đó được đưa vào lò sấy thùng quay 2,8 × 18m. Sét đã được sấy đến độ ẩm 8 - 10% được đưa vào sàng chấn động. Các viên sét kích thước dưới 5mm được đưa vào bunker bán thành phẩm, còn cỡ hạt lớn hơn 5mm được đưa đến chỗ đập lại trong máy đập búa.

Từ bunker bán thành phẩm các hạt sét được cân và bằng băng tải cấp liệu đưa vào phân xưởng gia công nhiệt, gồm hai tuyến công nghệ công suất 100 nghìn m^3 cát kêrămzít một năm.

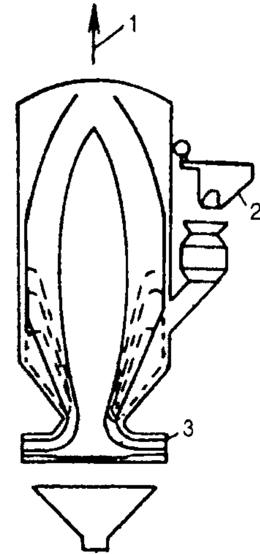
Mỗi tuyến có lò gia công nhiệt, lò nung và thiết bị làm nguội. Tất cả các quá trình xảy ra trong lớp sôi: gia công nhiệt ở nhiệt độ 200 - 300°C, nung ở 1030 - 1060°C, sản phẩm nung xong được làm nguội đến 150 - 200°C.

Nhiên liệu là gas tự nhiên. Khí thải từ vùng nung được hướng vào các xíclông, trong chúng các hạt nhỏ (dưới 0,6mm) được giữ lại, hàm lượng của chúng chiếm 30 - 35% theo khối lượng của sản phẩm thu được. Khí đã được làm sạch trong xíclông được đưa vào thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống, còn không khí đã được đốt nóng đến 400°C được đưa vào lò gia công nhiệt.

Từ thiết bị làm nguội và các xíclông sản phẩm đã được chế tạo - cát kêrămzít nở phồng - được thiết bị vận chuyển bằng khí nén đưa vào kho sản phẩm.

2.1.6.2. Sản xuất kêrămzít trong lớp phun

Ở Cộng hòa Liên bang Đức, trong nhiều nhà máy sản xuất kêrămzít người ta lắp đặt lò nung kêrămzít trong lớp phun với công suất 400m^3/ngày. Nguyên tắc nung trong lớp phun như nhau: Trong lò (hình II.7) các viên bán thành phẩm bị dòng khí đi từ dưới lên cuốn theo và nâng lên cho đến khi lực của dòng khí trở nên nhỏ hơn lực trọng trường của vật liệu được nung, nó bắt đầu rơi xuống dưới, sau đó các viên phối liệu lại bị dòng khí cuốn theo và nâng lên trên và tương tự. Sự luân lưu của vật liệu trong lò kéo dài trong 40 giây, trong thời gian đó các viên được nở phồng. Sau đó ngừng cấp nhiên liệu, van lấy sản phẩm được mở và trong thời gian 40 giây vật liệu được lấy ra và đưa đến chỗ phân loại, và lô viên bán thành phẩm mới được nạp vào lò.

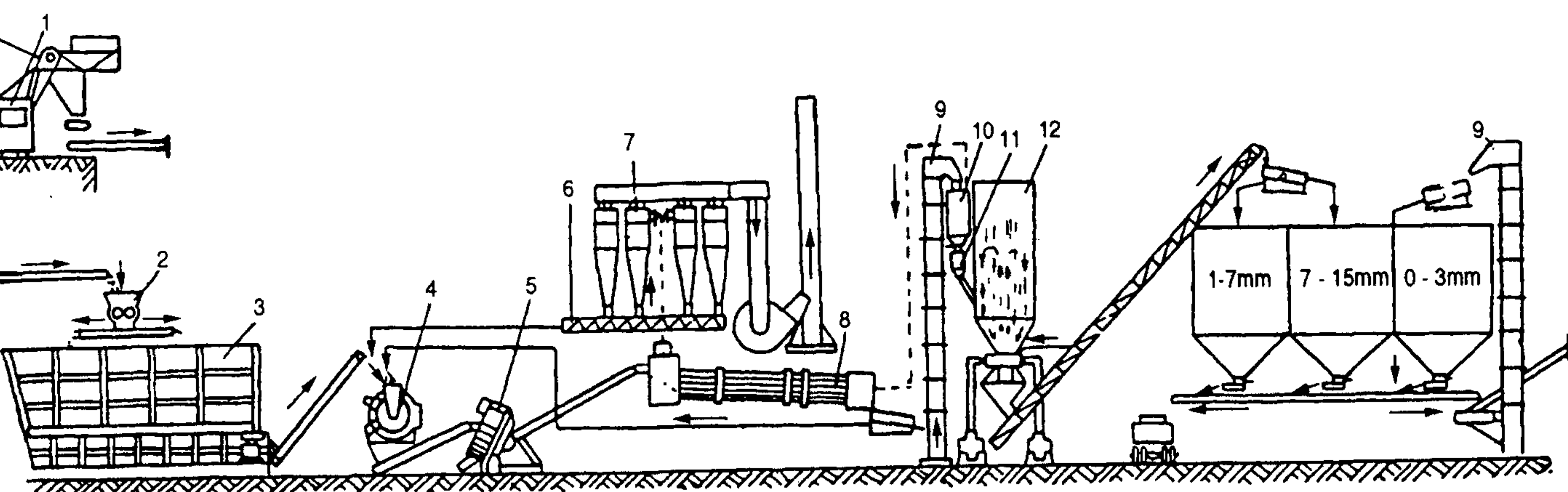


***Hình II.7**. Lò để nung kêrămzít trong lớp phun:*
1- khí thải; 2 - nạp liệu;
3- cửa lấy.

Lò có đường kính 2,5m và cao 10m. Các viên bán thành phẩm được chế tạo theo sơ đồ (hình II.8): sét với độ ẩm 13 - 15% được nghiền trong máy đập trục, sau đó nó được đưa vào máy cấp liệu hình hộp và từ đây sét đi vào máy nghiền va đập. Bột đã nghiền nhỏ được đưa vào máy tạo viên hình đĩa, từ đây các viên đã tạo hình xong đi vào lò sấy thùng quay đường kính 1,5m và dài 10m. Các viên với kích thước từ 1 đến 12mm và nhiệt độ khoảng 200°C được đưa vào bunker phân phối dung tích 5m^3. Từ bunker này cứ qua 40 giây, các viên đi qua cân theo thể tích được đưa vào lò. Việc điều khiển toàn bộ thiết bị được tự động hóa, vùng nung được kiểm tra nhờ kamera vô tuyến truyền hình. Trong thiết bị này người ta sản xuất được kêrămzít với khối lượng thể tích đổ đống 500kg/m^3, chi phí nhiệt để nung 1kg kêrămzít chiếm 3990kJ (950kcal), năng lượng điện 15kW trên 1T kêrămzít.

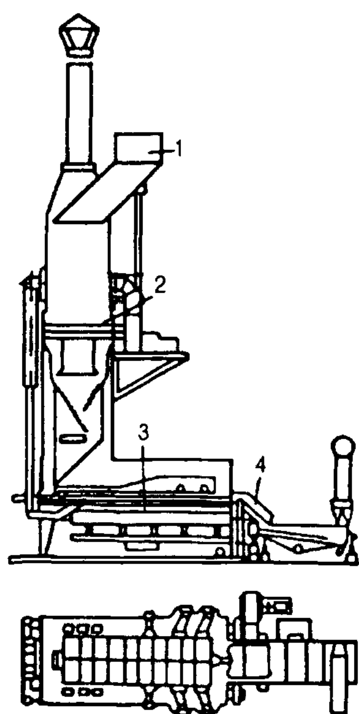
2.1.6.3 Sản xuất kêrămzít bằng phương pháp chấn động

Khi sản xuất kêrămzít bằng phương pháp chấn động, được đưa ra ở CHLB Đức, người ta dùng tổ hợp thiết bị, có kết cấu đặc biệt (hình II.9), trong tổ hợp này lần lượt xảy ra tất cả các giai đoạn của gia công nhiệt bán thành phẩm - sấy, đốt nóng trước, nở phồng và làm nguội sản phẩm. Sơ đồ công nghệ sản xuất kêrămzít theo phương pháp này bao gồm các thao tác công nghệ sau: tạo hình viên cùng kích thước trên máy tạo viên; cấp các viên bán thành phẩm vào buồng sấy của thiết bị. Từ buồng sấy vật liệu bằng cách tự chảy đi vào tháp đốt nóng trước, từ đây qua máng nạp liệu, được điều chỉnh nhờ các cấp liệu nam châm điện, các viên đi vào mặt phẳng chấn động trong vùng nung và nở phồng. Trong vùng nung, ở đây hai cặp vòi phun duy trì nhiệt độ gần 1100°C, vật liệu ở trên bề mặt chấn động khoảng 1 phút. Việc liên hợp tất cả các giai đoạn gia công nhiệt các viên bán thành phẩm trong một tổ hợp thiết bị làm cho nó rất kinh tế: chi phí nhiệt để nung 1kg kêrămzít chiếm gần 2940 kJ (700kcal), năng lượng điện - 14,5 kWh trên 1T, với công suất 50T/ngày.



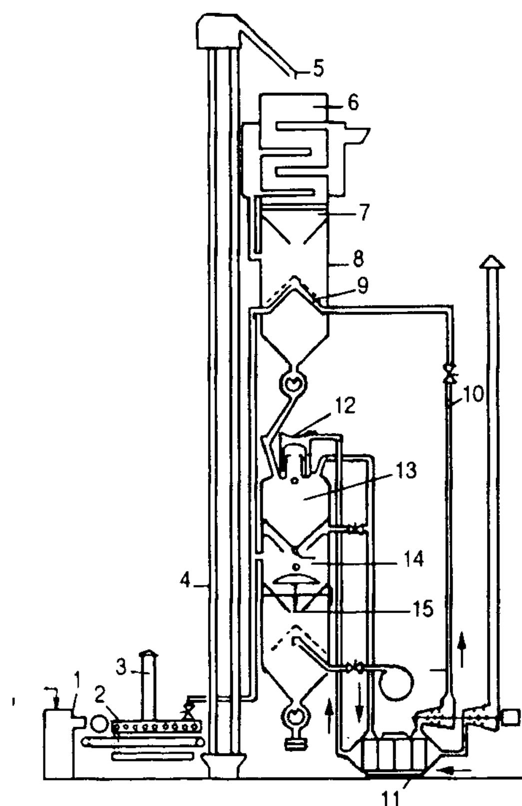
Hình II.8: Sơ đồ sản xuất kêrămzit trong lớp phun

1- máy nâng gầu; 2- máy đập trục; 3- máy cấp liệu hình hộp; 4- máy nghiền đĩa - va đập phản xạ; 5- máy tạo viên dạng đĩa; 6- vít xoắn để dẫn bụi ra; 7- xíchlông lọc bụi; 8- lò sấy thùng quay; 9- máy nâng gầu; 10- bunker dự trữ; 11- cửa nạp liệu; 12- lò nung với lớp phun



Hình II.9. Sơ đồ thiết bị sản xuất kêrămzít bằng phương pháp chấn động của CHLB Đức:

1- cửa nạp liệu; 2- tháp để đốt nóng; 3- bàn rung; 4- máng tháo liệu



Hình II.10. Sơ đồ thiết bị sản xuất kêrămzít từ các giọt của chất nóng chảy khi giảm áp suất:

1- máy ép gạch; 2- máy cắt; 3- ống hút; 4- máy nâng gầu; 5- máng; 6 buồng phân phối của tháp sấy; 7- phễu thu gom vật liệu đã sấy; 8- bộ phận đốt nóng; 9- phễu thu gom của bộ phận đốt nóng; 10- đường ống cấp khí nóng; 11- xíclông trao đổi nhiệt; 12- vòi phun phản lực; 13- lò- áptôclap; 14- buồng áp lực thấp; 15- đĩa quay.

2.1.6.4. Sản xuất kêrămzít từ các giọt lỏng của chất nóng chảy khi giảm áp lực

Ở nước Pháp người ta đưa ra phương pháp sản xuất kêrămzít, dựa trên sự nở phồng của sét đã được làm mềm dưới ảnh hưởng của áp lực dư (đối với áp suất khí quyển) từ bên trong ra của các sản phẩm dạng khí.

Thiết bị (hình II.10) làm việc như sau: trên máy ép gạch người ta tạo hình galét ở dạng các trụ, chúng được sấy trên băng tải khí nóng và bằng gầu nâng người ta đưa vào tháp sấy, ở đây trong thời gian 10 - 30 phút chúng được sấy đến độ ẩm 1 - 2%. Từ thiết bị sấy vật liệu qua bộ phận nạp liệu và phễu thu gom được đưa vào buồng đốt nóng trước, ở đây nó được đốt nóng đến nhiệt độ 500 - 800°C. Từ phễu thu gom của buồng đốt nóng trước vật liệu liên tục đi vào lò - áptôclap, ở đó nó được đưa đến trạng thái nóng chảy nhờ ngọn lửa áp lực cao. Để có được ngọn lửa áp lực cao người ta sử dụng vòi đốt phản lực được tạo nên ở Pháp. Trong lò - áptôclap được duy trì áp lực dư, và nhiệt độ khoảng 2500°C. Chất nóng chảy ở dưới áp lực nhờ vòi đốt graphít đã văng ra các giọt lỏng và đồng thời bị thổi vào buồng, ở đó áp suất được duy trì thấp hơn, so với trong áptôclap. Do áp lực dư từ bên trong của các sản phẩm dạng khí, các giọt lỏng của chất

nóng chảy nở phồng ra. Sau đó các hạt đã nở phồng rơi xuống đĩa quay, được vê tròn và có được dạng hình cầu. Sau đó kêrămzít được đưa vào thiết bị làm nguội và từ đó vào kho chứa sản phẩm. Ở thiết bị với công suất 250T/ngày tổng chi phí nhiệt chiếm 2100kJ (500kcal) cho 1kg kêrămzít. Kêrămzít sản xuất theo phương pháp trên có cường độ cao hơn cường độ của kêrămzít sản xuất trong lò quay 2 - 3 lần.

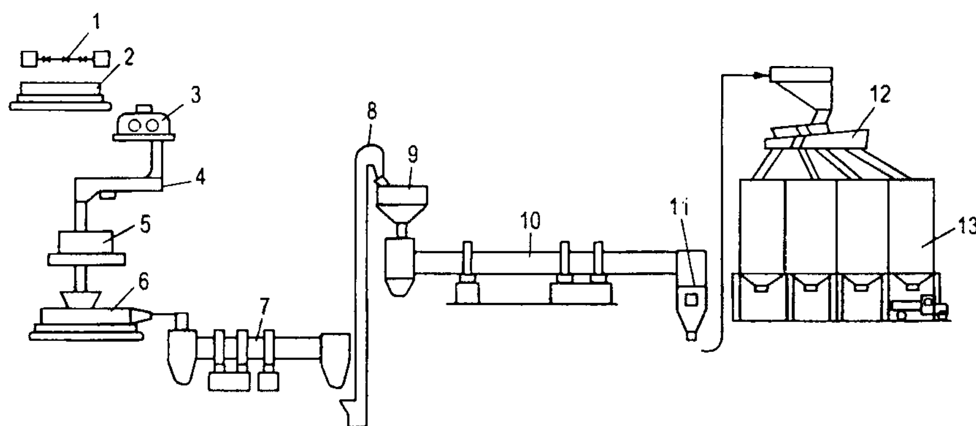
2.1.7. Thiết kế điển hình của các xưởng sản xuất kêrămzít

Ở Liên Xô trước đây và các nước SNG ngày này người ta đã xây dựng trên 150 nhà máy và phân xưởng sản xuất kêrămzít. Công suất của các xí nghiệp ấy biến động trong giới hạn rộng từ 15 đến 200 nghìn m^3 kêrămzít trong một năm. Một số xí nghiệp có công suất 700 - 800 nghìn m^3/năm.

Dưới đây là sơ đồ công nghệ và các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cơ bản của thiết kế điển hình của xưởng sản xuất kêrămzít theo phương pháp dẻo với công suất 200 nghìn m^3/năm. Xưởng kêrămzít gồm: kho chứa sét, phân xưởng chuẩn bị - tạo hình, sấy, lò nung, phân loại và kho chứa sản phẩm.

Nguyên liệu người ta dùng sét dễ chảy nở phồng trung bình với khối lượng thể tích đổ đống ở trạng thái rời 1,5T/m^3, nhiệt độ nở phồng trong giới hạn 1100 - 1200°C, hệ số sản lượng (nở phồng) không dưới 2,5 và khoảng nở phồng không dưới 50°C. Người ta cũng tính đến khả năng dùng sét nở phồng yếu với việc cho phụ gia lỏng hay rắn vào phối liệu.

Quá trình sản xuất được thực hiện như sau (hình II.11). Sét từ mỏ được ô tô đưa về kho chứa sét với dung tích đảm bảo làm việc của xưởng trong 7 ngày. Từ kho sét được cầu trục với gầu ngoạm đưa vào máy làm tơi, dưới nó người ta đặt máy cấp liệu hình hộp, nó điều chỉnh việc cấp liệu của cả tuyến gia công. Sét được đưa vào máy tách đá và máy trộn với lưới lọc, trong máy này sét được làm đủ ẩm và khi cần thiết người ta cho thêm vào nó phụ gia lỏng.



***Hình II.11**. Sơ đồ công nghệ sản xuất kêrămzít:*

1- máy làm tơi sét; 2- cấp liệu hình hộp; 3- trục tách đá; 4- máy trộn sét; 5- thiết bị trà sát (nghiền); 6- máy ép lentô; 7- lò sấy thùng quay; 8- gầu nâng; 9- bunker dự trữ; 10- lò quay; 11- thiết bị làm nguội theo lớp; 12- phân loại sỏi; 13- kho xilô.

Tiếp theo sét được gia công lại trong máy trà sát (nghiền nhỏ). Nếu như trong sét có lẫn đá vôi, thay vì máy trà sát người ta đặt máy xa luân nghiền ướt. Các viên galét được tạo hình trên máy ép lentô với mồm đặc biệt, có các lỗ với kích thước từ 6 đến 12mm. Khi dùng sét với khoảng nở phồng dưới 50°C và hệ số nở phồng dưới 2,5 người ta tính đến thiết bị làm gầy các viên galét bằng bột samốt. Các viên galét có độ ẩm 22 - 24%, được sấy trong lò sấy thùng quay đường kính 2,8m, dài 20m. Độ ẩm dư của các viên galét sau khi sấy còn 10 - 12%. Từ lò sấy các viên được máy nâng gầu đưa lên bunker dự trữ, đảm bảo 10 giờ làm việc của lò nung. Từ bunker dự trữ qua cân tự động viên galét được nạp vào lò nung với đường kính 2,5m và dài 40m, công suất 14,1m^3/giờ. Các viên được nung xong đi vào buồng làm nguội theo lớp, ở đây chúng được làm nguội đến nhiệt độ 60 - 80°C, sau đó được đưa sang phân xưởng phân loại. Để phân loại người ta dùng sàng ống. Kêrămzít được phân ra thành các cỡ hạt 0 - 5, 5 - 10, 10 - 20 và 20 - 40mm, được bảo quản trong 8 xilô, dung tích của chúng tính với lượng dự trữ 3,5 ngày sản xuất.

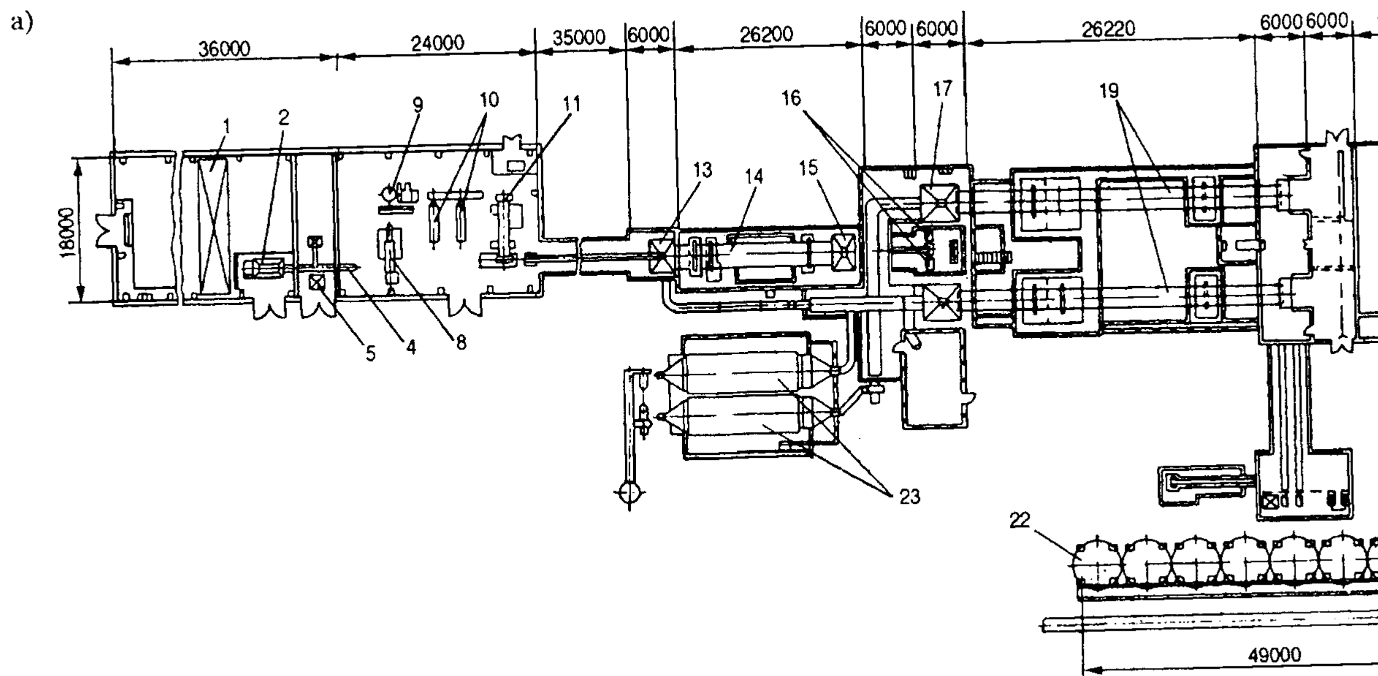
Thiết kế tính đến khả năng vận chuyển sản phẩm bằng ô tô cũng như bằng đường sắt. Xưởng sản xuất kêrămzít với công suất 200 nghìn m^3/năm được mô tả trên hình II.12, còn danh mục và đặc tính kỹ thuật của các thiết bị cơ bản được ghi trong bảng II.11.

Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cơ bản của xưởng kêrămzít (dùng nhiên liệu là mazút) với công suất 200 nghìn m^3/năm được đưa ra dưới đây.

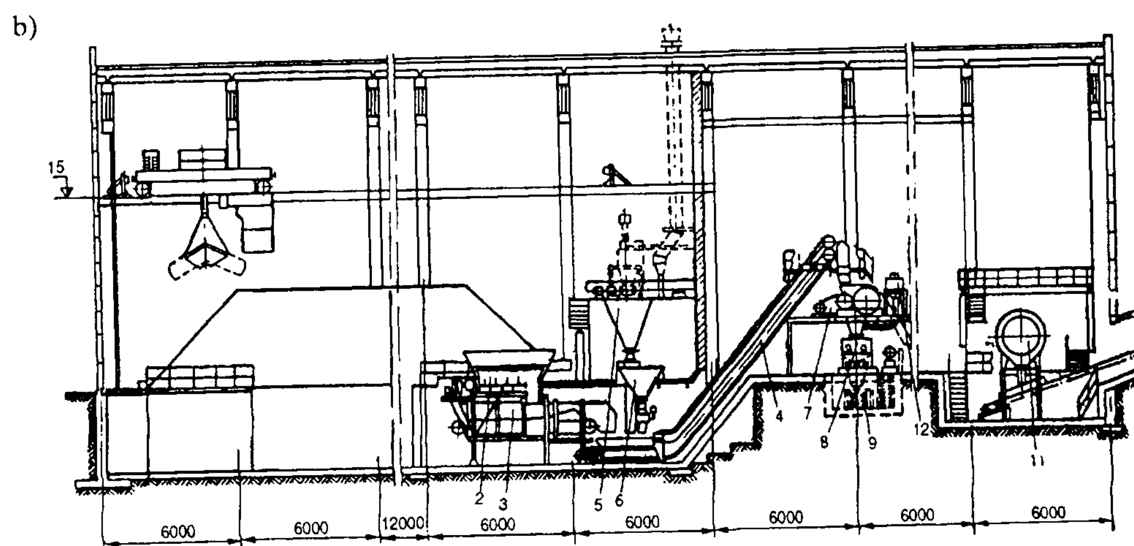
Bảng II.11. Các thiết bị công nghệ cơ bản của xưởng sản xuất kêrămzít công suất 200nghìn m^3/năm.

Thiết bị	Số lượng	Khối lượng đơn vị, T	Loại, môdel	Đặc tính kỹ thuật
Máy làm tơi	1	3,6	CM - 1031A	Năng suất 25m^3/giờ; động cơ điện 10kW
Cấp liệu hình hộp	1	4,55	CM - 1090	Năng suất 25m^3/giờ; động cơ điện 3kW
Máy cán trục	1	7,75	Cm - 1198	Năng suất 25m^3/giờ; động cơ điện 43kW
Máy trộn với lưới lọc	1	9,8	CM - 1238	Năng suất 25m^3/giờ; động cơ điện 57,2kW
Máy nghiền nhỏ	1	14,35	CM - 1241	Năng suất 25m^3/giờ; động cơ điện 59,8kW
Máy ép lentô	2	6,25	CM - 294	Năng suất 12m^3/giờ; động cơ điện 55kW
Lò sấy	1	16,58	2,8 × 20	Năng suất 25m^3/giờ
Lò quay	2	169,5	2,5 × 40	Năng suất 14,1m^3/giờ; động cơ điện 41,7kW
Sàng phân loại	2	2,48	C - 215	Năng suất 37 - 45m^3/giờ; động cơ điện 4,5kW

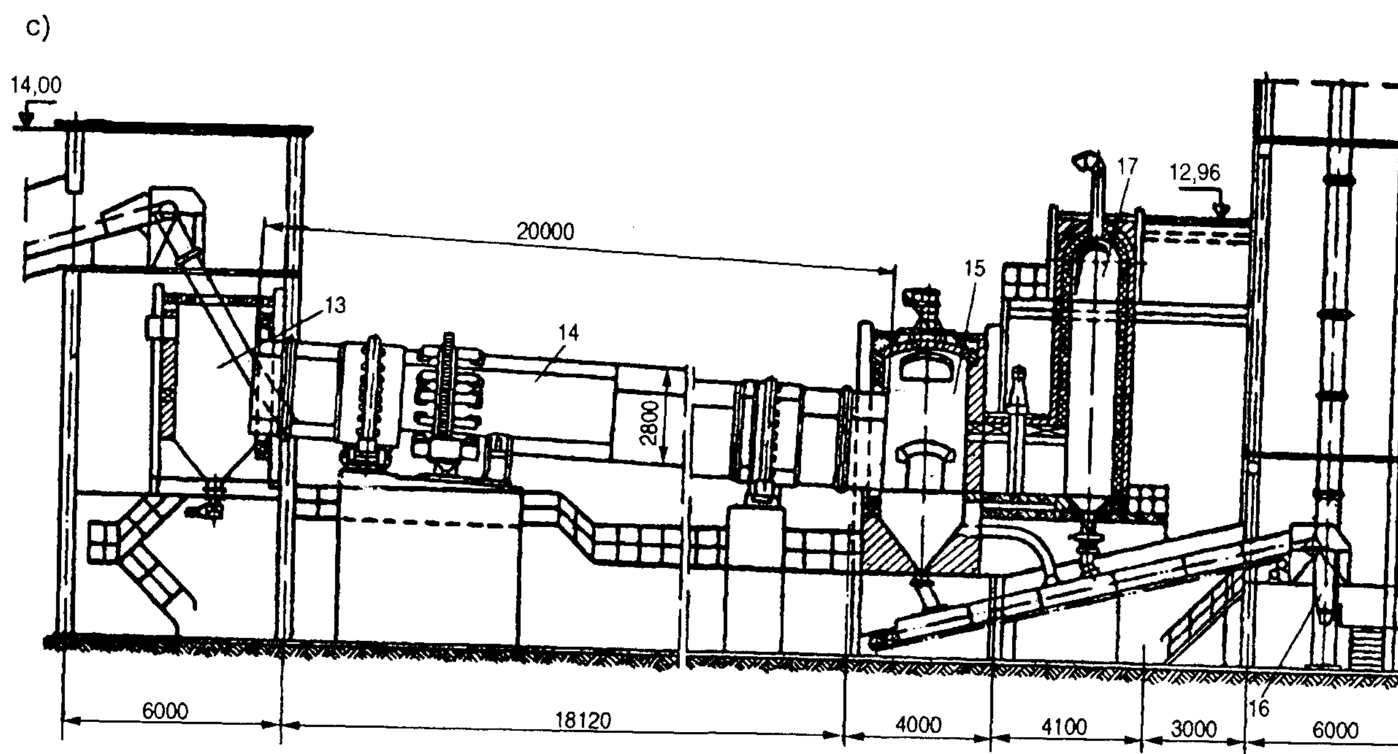
a)



b)

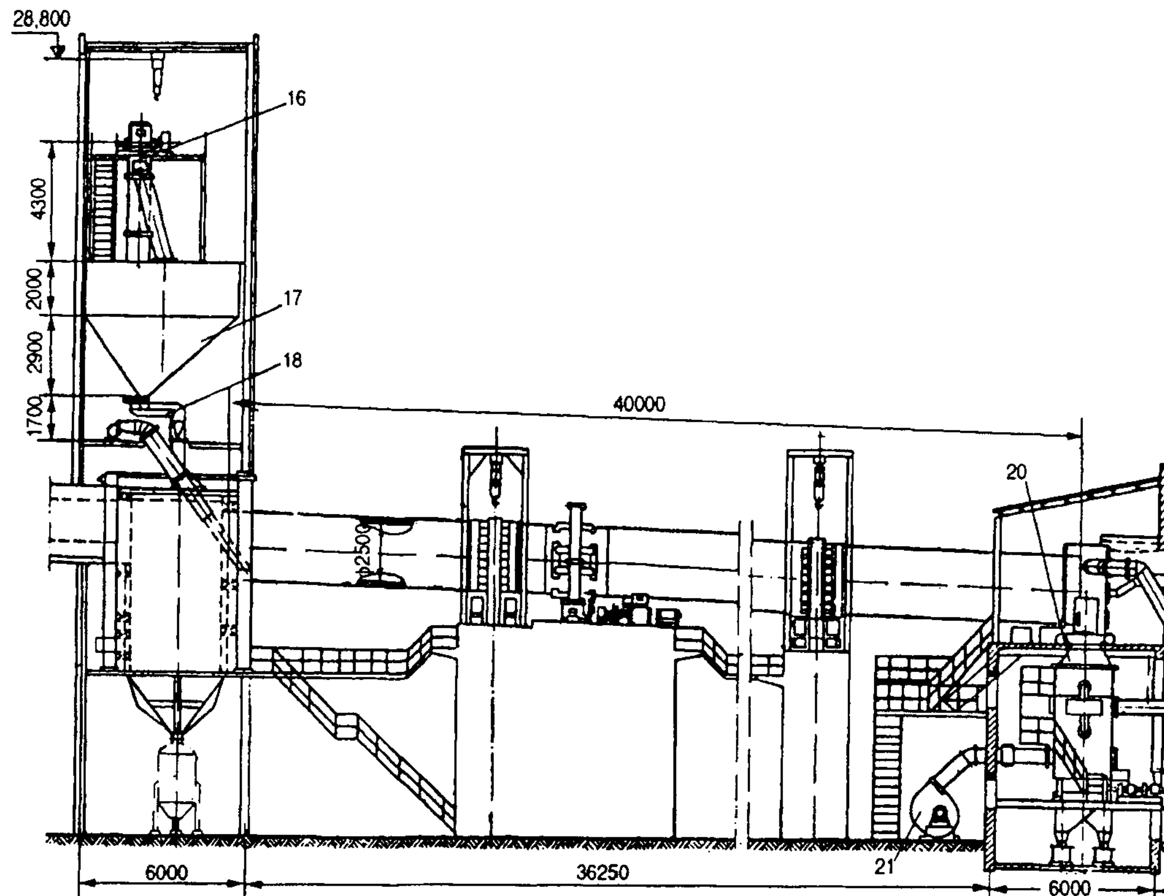


***Hình II.12**. Mặt bằng và các mặt cắt của xưởng sản xuất kêrămzit công suất 200 nghìn m³/n*



Hình II.12 (tiếp theo). *Mặt bằng và các mặt cắt của xưởng sản xuất kêrămzit công suất 200 nghì*

d)



Hình II.12 (tiếp theo). *Mặt bằng và các mặt cắt của xưởng sản xuất kêrămzít công suất 200 nghìn m³/năm.*
a- mặt bằng của xưởng; b -mặt cắt của phân xưởng gia công sét và tạo hình; c- mặt cắt của phân xưởng sấy;
d- mặt cắt của phân xưởng nung; 1- cần trục cầu với gầu ngoạm; 2- máy làm tơi sét; 3- cấp liệu hình hộp; 4- băng tải tấm
5- máy trộn sét; 9 - máy trà xát (nghiền nhỏ); 10- máy ép lentô; 11- thùng trộn sét với bột samốt (thiết bị làm gầy); 12- thùng ph
dùng cho phụ gia lỏng; 13- buồng nạp liệu của lò sấy thùng quay; 14- tang trống sấy; 15- buồng nạp liệu của tang trống sấ
16- máy nâng gầu; 17- bunker dự trữ viên bán thành phẩm; 18- cân khối lượng vận hành liên tục; 19- lò quay; 10- thiết bị làm
theo lớp; 21- quạt cấp không khí vào thiết bị làm nguội; 22- kho vị lô chứa sản phẩm; 23- buồng lắng bụi

2.2. AGLÔPORÍT

Aglôporít là vật liệu rỗng nhân tạo, có được khi nung phối liệu, được chế tạo từ quặng sét hay phế thải của khai thác, gia công và đốt cháy nhiều loại than khác nhau, trên các lưới của máy tạo aglôporít.

2.2.1. Các tính chất của aglôporít

Aglôporít là vật liệu rỗng xốp, về cơ bản gồm thủy tinh axít alumôsilicát và các vật chất sét vô định hình. Ngoài những cấu tử đã nói ở trên, thành phần pha của aglôporít, cũng được đặc trưng bởi sự có mặt của quăz, mulít, manhêtít, ghêmatít, kristôbôlít. Trong sản phẩm thiêu kết của phối liệu với hàm lượng khá lớn CaO và MgO cũng có thể có các chất tạo thành của anôrtít.

Nghiên cứu cấu trúc của aglôporít, được chế tạo từ các loại nguyên liệu khác nhau, cho phép phát hiện các dạng lỗ rỗng đặc trưng trong các hạt của vật liệu:

1) Các lỗ rỗng hở lớn và các hang hốc (đường thoát của các khí nóng), đường kính của phần lớn chúng biến động từ 0,5 đến 2mm và trong một số trường hợp riêng biệt đạt 2 - 3cm, sự có mặt của các loại rỗng này đặc trưng cho dăm aglôporít.

2) Các lỗ rỗng kín hình dạng tương đối đều đặn, hầu như hoàn toàn được thủy tinh hóa, đường kính của chúng từ một vài micrôn đến 0,4 - 0,5mm. Các lỗ rỗng này là cơ bản trong sỏi kêrămzít, nhưng chúng cũng được quan sát thấy trong dăm kêrămzít. Sự tạo thành của các lỗ rỗng như thế liên quan với sự bốc hơi nước, cháy của nhiên liệu và sự nở phồng của các phần tử của phối liệu.

Độ đặc của aglôporít biến động từ 2,45 đến 2,78g/cm^3, độ rỗng từ 32 đến 66%, độ hút nước từ 12 đến 35%. Theo khối lượng thể tích đổ đống dăm aglôporít được chia ra thành các mác 400, 500, 600, 700 và 800, còn sỏi kêrămzít ngoài những mác nói trên còn có mác 1000.

Cường độ của dăm và sỏi aglôporít phụ thuộc vào mác của chúng được đặc trưng bằng các chỉ số sau đây:

Mác của dăm hay sỏi kêrămzít	400	500	600	700	800	1000
Cường độ MPa, (kg/cm^2) :						
Của dăm	0,4(4)	0,6(6)	0,8(8)	1,0 (10)	1,2(12)	-
Của sỏi	0,8 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	3,0 - 5,0
	8 - 12	(12 - 15)	(15 - 20)	(20 - 30)	(30 - 40)	(30 - 50)

Tổn thất khối lượng khi nung của aglôporít không được vượt quá 3%, thực tế aglôporít được sản xuất trong các nhà máy thường chứa dưới 1% nhiên liệu chưa cháy hết. Trên cơ sở của dăm và sỏi aglôporít có thể chế tạo được bêtông nhẹ kết cấu - cách nhiệt và kết cấu.

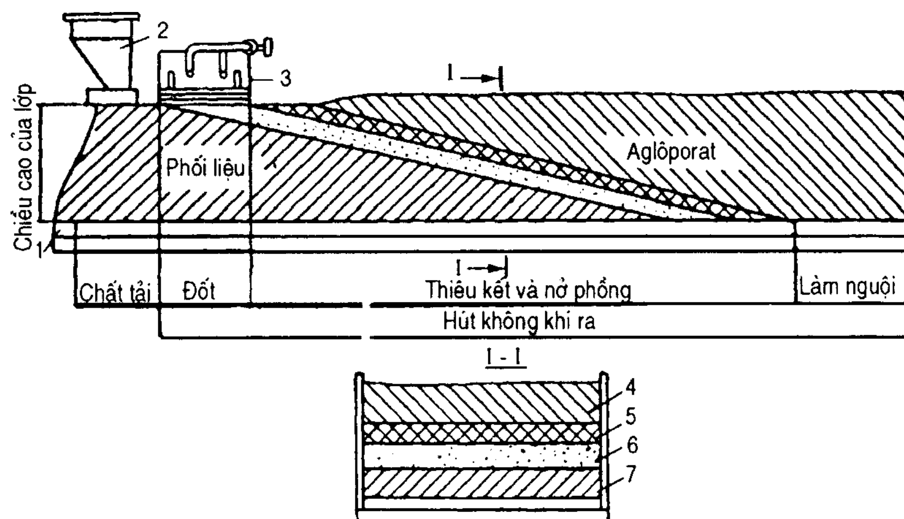
Bêtông aglôporít kết cấu - cách nhiệt do có khối lượng thể tích từ 1000 đến 1300kg/m^3 với cường độ từ 5 đến 10 MPa (từ 50 đến 100kg/cm^2), còn kết cấu - từ 1200 đến 1800kg/m^3 với cường độ từ 15 đến 40 MPa (từ 150 đến 400kg/cm^2). Dưới đây là độ dẫn nhiệt của bêtông aglôporít phụ thuộc vào khối lượng thể tích của nó:

Khối lượng thể tích γ_o, kg/m^3	1000	1200	1300	1400	1500	1600
Hệ số dẫn nhiệt λ, W/(m.K) [kcal/(m.giờ.°C)]	0,348 (0,3)	0,464 (0,4)	0,522 (0,45)	0,58 (0,5)	0,638 (0,55)	0,696 (0,6)

2.2.2. Thực chất của quá trình thiêu kết của nguyên liệu trên lưới tạo aglôporít

Quá trình tạo thành aglôporít - phồng kết hóa các hạt riêng biệt của nguyên liệu thành các cuội kết (cônglômêrát) rỗng lớn - về cơ bản xảy ra do thiêu kết tiếp xúc của chúng trên lưới của máy tạo aglôporít.

Nhìn chung, công nghệ sản xuất aglôporít là như sau. Nguyên liệu ban đầu với độ lớn 3 - 5mm được trộn với nước và trong trường hợp cần thiết với nhiên liệu nghiền nhỏ và các phụ gia khác. Hỗn hợp thu được trong cùng điều kiện (khi sử dụng các nguyên liệu dạng hạt và dạng đá) được đưa trực tiếp vào tổ hợp thiêu kết, trong những điều kiện khác (khi sử dụng nguyên liệu dạng rời và bụi) được gia công thêm với mục đích có được các viên bền chắc hơn và sau đó đưa vào lưới tạo aglôporít. Sơ đồ của quá trình thiêu kết nguyên liệu trên lưới của máy tạo aglôporít được mô tả trên hình II.13.



Hình II.13*. Sơ đồ của quá trình thiêu kết nguyên liệu trên lưới của máy tạo aglôporít*

1- lưới tạo aglôporít; 2- bunker phân phối nguyên liệu; 3- họng đốt; 4- vùng làm nguội; 5- vùng thiêu kết và nở phồng của phối liệu; 6- vùng đốt nóng phối liệu; 7- vùng bốc hơi nước.

Người ta nạp phối liệu vào lưới của máy tạo aglôporít thành lớp phân bố đồng đều dày 200 - 300mm. Người ta đốt lớp trên của phối liệu nhờ họng đốt, các vòi đốt và các thiết bị đốt khác, đồng thời thổi không khí qua phối liệu từ trên xuống dưới. Do kết quả đốt nóng và tách ra của các khí, các viên bán thành phẩm ở lớp bề mặt được thiêu kết và

được nở phồng. Khí nóng đi ra khỏi lớp bề mặt thổi qua các lớp ở dưới, sấy khô và đốt nóng chúng. Trong phối liệu đã bắt đầu quá trình cháy nhiên liệu, tiếp sau đó chuyển từ lớp mỏng này sang lớp mỏng khác cho đến khi đến lưới ghi.

Trong khi diễn ra bình thường của quá trình tạo aglôporít hóa trong phối liệu có thể phân ra thành bốn vùng lưu động cơ bản: làm nguội, cháy, thiêu kết và nở phồng, đốt nóng trước và sấy. Ở giai đoạn cuối, khi quá trình cháy tiến gần đến lưới ghi, vùng sấy dần dần biến mất và vùng đốt nóng trước giảm đi. Khi quá trình cháy đạt đến lớp mỏng ở dưới trong lớp đang thiêu kết của phối liệu tồn tại các vùng làm nguội, cháy, thiêu kết và nở phồng.

Những đặc điểm của quá trình nung trên các lưới tạo aglôporít cho phép có được vật liệu cấu trúc rỗng từ chính nguyên liệu đa dạng, trong số đó từ nguyên liệu thực tế không nở phồng (thí dụ, từ xỉ nhiên liệu và tro, đã qua gia công nhiệt).

Sự tạo thành cấu trúc rỗng khi sử dụng nguyên liệu không nở phồng được giải thích như sau: a) Sự có mặt của các lỗ rỗng giữa các hạt trong phối liệu; b) bởi sự bay hơi cơ học của nước trộn; c) bởi cháy nhiên liệu và d) bởi khí thổi qua lớp vật liệu đã nung mềm.

Khi sử dụng nguyên liệu sét, ngoài ra còn thấy được sự phát triển mạnh của các quá trình nở phồng, nó cho phép có được aglôporít từ sét dễ nóng chảy khá phổ biến, có hệ số nở phồng thấp (dưới 2,5). Sự phát triển mạnh của các quá trình nở phồng của nguyên liệu sét khi nung bằng phương pháp aglôporít hóa có thể được giải thích bởi các yếu tố sau đây:

Bằng cách tăng nhanh nhiệt độ. Như đã biết, khi chế tạo aglôporít tốc độ đốt nóng nguyên liệu sét có ý nghĩa hàng đầu, bởi vì phụ thuộc vào điều đó từ cùng một nguyên liệu và ở cùng nhiệt độ cuối có thể thu được aglôporít hoặc là đặc hoặc là nở phồng. Rõ ràng rằng, tăng tốc độ tăng nhiệt độ lên 10 - 15 lần khi thiêu kết trên lưới tạo aglôporít thúc đẩy mạnh hơn sự tách của sản phẩm dạng khí ở thời điểm của độ nhớt tối ưu và trong rất nhiều trường hợp đảm bảo sự tạo rỗng của khối sét nung mềm.

Trên hình II.13 mô tả các chế độ nung vật liệu sét trong lò quay và trên các lưới tạo aglôporít.

Khả năng có được nhiệt độ nung cao

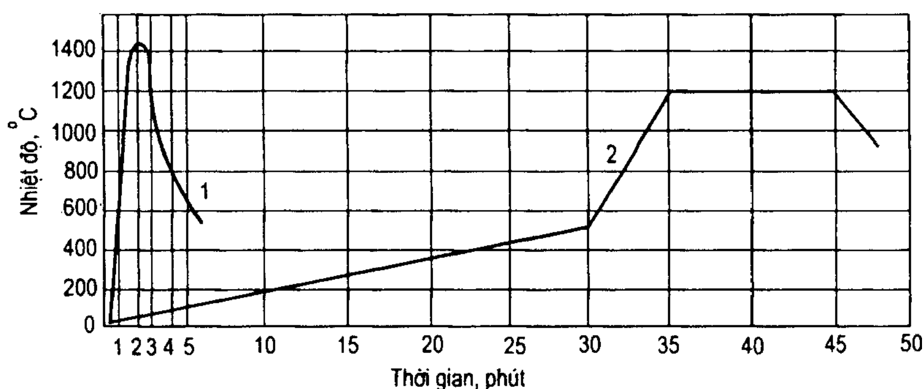
Trong rất nhiều trường hợp (với nguyên liệu khó chảy) cản trở căn bản trong sản xuất kêrămzít trong lò quay là khả năng nung ở nhiệt độ cao - trên 1250°C. Phương pháp aglôporít hóa cho phép tạo được nhiệt độ rất cao - đến 1600 - 1700°C, với lượng dùng nhiên liệu tương đối nhỏ - 8 - 10% theo khối lượng của phối liệu được thiêu kết. Hiệu quả nhiệt kỹ thuật cao của quá trình aglôporít hóa được giải thích như sau:

a) Bởi đặc trưng đặc biệt của hỗn hợp, gồm các phần tử nhỏ của vật liệu được thiêu kết, đã được trộn cẩn thận với nhiên liệu đã được nghiền nhỏ; truyền nhiệt mạnh và trực tiếp của nhiên liệu đang cháy cho vật liệu được thiêu kết xảy ra liên quan với sự xuất hiện của

quá trình cháy bề mặt ("không có ngọn lửa") đặc biệt hiệu quả của gas trong lớp của khối rỗng trên bề mặt nóng chảy của phần khoáng của phối liệu đang được aglôporít hóa;

b) Bởi sự sử dụng hiệu quả nhiệt của các khí thải để đốt nóng trước các lớp nằm ở dưới của phối liệu và nhiệt lượng của các lớp đang nguội để đốt nóng trước không khí, sẽ được thổi vào vùng cháy.

Bởi sự có mặt của môi trường khử trong vùng nung. Các công trình của nhiều nhà nghiên cứu đã chứng minh rằng, trong môi trường khử sét được nở phồng mạnh hơn 2 - 3 lần, so với trong môi trường ôxy hóa. Vùng cháy của phối liệu dang được aglôporít hóa là bằng khoảng 30 - 50mm, đang chuyển dịch từ trên xuống dưới cho đến tận ghi lưới. Ở phần dưới và tâm của vùng này, vật liệu được thiêu kết dưới nhiệt độ cực đại, thường có môi trường khử, bởi vì gas đi vào đây với hàm lượng ôxy thấp, vì đã tiêu hao trong quá trình đốt cháy nhiên liệu trong các lớp nằm ở trên của vùng cháy. Ngoài ra nồng độ lớn hơn cả của cacbon ôxýt, nghĩa là môi trường khử, thường được thấy ở bề mặt của nhiên liệu đang cháy còn chính trong phối liệu đang được aglôporít hóa nhiên liệu được trộn với vật liệu đang thiêu kết, do đó, trong nó được tạo nên những điều kiện thuận lợi cho sự nở phồng của sét.



Hình II.14. *Đặc trưng thay đổi nhiệt độ nung vật liệu sét trên các máy tạo a.lôporít (1) và trong các lò quay (2).*

Bởi vật liệu ở trong vùng nhiệt độ cao trong thời gian ngắn. Khi nung nguyên liệu sét để có được kêrămzít trong các lò quay người ta có được độ nhớt tối ưu của khối bằng cách sử dụng sét với khoảng nung mềm tương đối rộng. Còn trong chính các lưới tạo aglôporít có thể có được vật liệu nở phồng tốt từ nguyên liệu sét, có khoảng nung mềm không rộng (nóng chảy nhanh), bởi vì thời gian nguyên liệu đang được nung ở trong vùng nhiệt độ cao trong trường hợp này chiếm 1 - 1,5 phút, khoảng 7 - 10 lần ngắn hơn, so với khi nung sét trong các lò quay (xem hình II.14).

Sau khi tóm tắt những điều mô tả ở trên, có thể đi đến kết luận là, những đặc điểm đặc thù của quá trình aglôporít hóa đảm bảo có được vật liệu cấu trúc rỗng từ nguyên liệu hầu như không nở phồng và thúc đẩy đột ngột quá trình nở phồng của nguyên liệu sét, không nở phồng trong các phương pháp gia công nhiệt khác. Ngoài ra, đặc điểm ưu

việt của phương pháp aglôporít hóa là khả năng thiêu kết nguyên liệu trong rất nhiều trường hợp không cần phải cho nhiên liệu công nghệ vào (sét có chứa than đá, xỉ, tro và hỗn hợp sét với xỉ và tro).

2.2.3. Nguyên liệu để sản xuất aglôporít

Đặc điểm của phương pháp aglôporít hóa cho phép sử dụng nguyên liệu rất đa dạng, trong số đó có cả phế thải công nghiệp, còn chứa nhiên liệu chưa cháy hết (tro, xỉ, phế thải của việc làm giầu than, v.v...) để sản xuất cốt liệu rỗng. Kinh nghiệm sản xuất aglôporít ở Nga và các nước khác cho thấy rằng, với tư cách là nguyên liệu ban đầu có thể dùng xỉ đốt cháy theo lớp (nhiên liệu dạng cục) của các loại than đá khác nhau, phế thải có chứa than của các xí nghiệp làm giầu than, tro khi đốt cháy than dạng bụi, cũng như các quặng sét nở phồng yếu và không nở phồng (với hệ số nở phồng thấp dưới 2,5).

Căn cứ vào các tính chất cơ - cấu trúc nguyên liệu, được dùng để sản xuất dăm và sỏi, có thể được chia ra thành ba nhóm:

- Nhóm thứ nhất - các vật liệu khô, đặc hay dạng hạt (xỉ nhiên liệu, khoáng phiến thạch trong các hầm lò, khoáng phiến thạch sét dạng đá v.v...).

- Nhóm thứ hai - khoáng mỏ rời với độ ẩm tự nhiên hay độ ẩm cao (khoáng sét hầm lò khi làm giầu than, sét, á sét và tương tự).

- Nhóm thứ ba - vật liệu khô dạng bụi (tro đốt than dạng bụi, tro của các lò đốt và tương tự),.

Sự phân loại này của nguyên liệu ban đầu giúp ta lựa chọn phương pháp chuẩn bị phối liệu hay các viên bán thành phẩm và tổ hợp các công đoạn công nghệ (đập, trộn và tạo viên v.v...).

Sự hữu dụng của nguyên liệu để sản xuất aglôporít được xác định theo kết quả thí nghiệm trong các phòng thí nghiệm và trong sản xuất thử nghiệm, được tiến hành theo các phương pháp đặc biệt trong các chỉ dẫn về thí nghiệm nguyên liệu để sản xuất aglôporít và sỏi aglôporít. Trong quá trình thử nghiệm người ta xác định các giá trị tối ưu của các tham số sau đây: độ ẩm của phối liệu, hàm lượng nhiên liệu, độ lớn của các hạt của phối liệu, hàm lượng phụ gia, cường độ của các viên phối liệu và độ bền nhiệt của chúng, độ thấm khí, nhiệt độ và thời gian của từng thời kỳ riêng biệt, độ dày đặc và chiều cao của lớp vật liệu được thiêu kết.

Người ta đánh giá kết quả của các thí nghiệm theo: tốc độ thẳng đứng của thiêu kết, tỷ năng suất, khối lượng đổ đống của dăm, sỏi và cát aglôporít; khối lượng đổ đống của hỗn hợp dăm, cát cấp phối hạt tiêu chuẩn (1) và cường độ của dăm, sỏi khi ép chúng trong xilanh.

---

(1) Hỗn hợp tiêu chuẩn của các cỡ hạt của aglôporít là hỗn hợp, gồm 35% cỡ hạt dưới 1,2mm, 15% cỡ hạt 1,2 - 5mm và 50% cỡ hạt 5 - 10 hay 5 - 20mm. Người ta lấy cỡ hạt này bằng % theo thể tích.

Bảng II.12. Các thông số cơ bản của quá trình nung và thiêu kết

Các chỉ tiêu	Nhóm nguyên liệu					
	Thứ nhất			Nhóm thứ hai (sét rời, cát)	Thứ ba (tro do đốt cháy nhiên liệu dạng bụi)	
	Xỉ nhiên liệu	Khoáng phiến thạch, hầm lò của làm giầu than	Khoáng sét phiến thạch		Dăm	Sỏi
Tốc độ thiêu kết (nung) thẳng đứng m/phút, không dưới	0,01	0,005	0,01	0,008	0,008	0,01
Tỷ năng suất, $m^3/(m.giờ)$, không dưới	0,45	0,23	0,45	0,4	0,4	0,5

Người ta tính tốc độ thiêu kết thẳng đứng theo công thức:

$$C = \frac{h}{t}, \text{ m/phút}$$

Trong đó:

C- tốc độ thiêu kết thẳng đứng, m/phút;

h - chiều cao của lớp thiêu kết,m;

t- thời gian thiêu kết (nung), phút.

Xác định tỷ năng suất Q $[m^3/(m^2.giờ)]$ theo công thức:

$$Q = 60CK,$$

Trong đó:

C- tốc độ thiêu kết thẳng đứng, m/phút;

K - sản lượng của aglôporít, được tính theo công thức:

$$K = \frac{V_a}{V_{p.l}}, \text{ hay } K = \frac{P_a \gamma_{p.l}}{P_{p.l} \gamma_{hh}}$$

Trong đó:

V_a - thể tích của hỗn hợp dăm và cát aglôporít tiêu chuẩn hay thể tích của sỏi aglôporít;

$V_{p.l}$ - thể tích của phối liệu (của các viên) *l*;

P_a - khối lượng của mẫu được thiêu kết hay của sỏi aglôporít thu được, g;

$\gamma_{p.l}$ - khối lượng thể tích đổ đống của phối liệu (của các viên), g/*l*;

$P_{p.l}$ - khối lượng của phối liệu hay của các viên, được nạp vào chậu, g;

$\gamma_{h.h}$ - khối lượng thể tích đổ đống của hỗn hợp dăm và cát của cấp phối tiêu chuẩn hay của sỏi aglôporít, g/*l*.

Nguyên liệu được coi là thích hợp để sản xuất aglôporít, nếu như trong kết quả thí nghiệm có được các chỉ tiêu, thỏa mãn các yêu cầu, được ghi trong bảng II.12, còn

aglôporít được đặc trưng bởi các chỉ tiêu sau đây: khối lượng thể tích đổ đống của dăm không quá 800kg/m^3, của sỏi: 1000kg/m^3, còn của cát: không quá 1200kg/m^3, cường độ của dăm khi ép trong xilanh không dưới 0,4MPa, còn của sỏi 0,8MPa.

2.2.4. Công nghệ aglôporít

Công nghệ sản xuất aglôporít khi dùng bất kỳ loại nguyên liệu nào gồm các công đoạn cơ bản sau đây: chuẩn bị hỗn hợp (phối liệu), thiêu kết nó trên lưới tạo aglôporít, đập và sàng phân loại sản phẩm.

2.2.4.1. Chuẩn bị phối liệu để thiêu kết

Thiêu kết liên quan với quá trình đi qua lớp phối liệu đang được đốt nóng, gồm nguyên liệu ban đầu và nhiên liệu, của một khối lượng không khí xác định. Khi chuẩn bị nguyên liệu để thiêu kết cần phải đảm bảo sự phân bố đồng đều của nhiên liệu trong phối liệu và tạo cho nó cấu trúc hạt rời. Phụ thuộc vào loại nguyên liệu ban dầu, mà các phương pháp chuẩn bị phối liệu khác nhau. Thí dụ như, khi thiêu kết các khoáng hầm lò dạng đá hay xỉ nhiên liệu không cần thiết phải cho thêm nhiên liệu công nghệ vào phối liệu nữa. Ngoài ra, trong rất nhiều trường hợp nguyên liệu như thế không cần phải tạo viên nữa. Còn khi thiêu kết tro phân tán nhỏ (tro bay) thì việc tạo viên có ý nghĩa hàng đầu. Khi sử dụng khoáng sét cần phải đảm bảo sự phân bố đồng đều của nhiên liệu và cấp phối hạt yêu cầu của phối liệu.

Các thao tác công nghệ cơ bản khi chuẩn bị phối liệu để thiêu kết là: đập và sàng nguyên liệu ban đầu, nhiên liệu và các phụ gia khác (trong trường hợp dùng chúng): cân đong, trộn và làm ẩm các thành phần của phối liệu, cũng như tạo viên nó trong trường hợp cần thiết.

Độ lớn giới hạn và thành phần hạt của nguyên liệu ban đầu, cũng như độ ẩm của hỗn hợp ảnh hưởng rõ rệt đến độ thấm khí của nó. Tăng kích thước của các hạt phối liệu làm tăng độ thấm khí và làm tăng nhanh quá trình thiêu kết. Nhưng khi tăng kích thước của các hạt phối liệu quá giới hạn xác định các hạt lớn hơn có thể sẽ không được nung hoàn toàn. Cho nên khi đập người ta quy định độ lớn giới hạn của nguyên liệu ban đầu, độ lớn này không được quá 5mm. Khi cho thêm vào phối liệu nhiên liệu công nghệ, thì độ lớn giới hạn của nó không vượt quá 3mm. Khi cho phụ gia đặc biệt vào phối liệu (sét, phế phẩm quay trở lại và tương tự) người ta lấy độ lớn giới hạn của chúng trong giới hạn từ 5 đến 10mm.

Một trong các đặc tính cơ bản của phối liệu là độ thấm khí của nó; độ thấm khí này bằng thể tích gas thổi qua một đơn vị diện tích của phối liệu trong một đơn vị thời gian (với độ cao xác định của lớp phối liệu). Độ thấm khí có số đo m^3/(m^2.s). Làm ẩm và tạo viên phối liệu ban đầu làm tăng độ thấm khí của phối liệu. Khi làm ẩm các cấu tử phối liệu, được dùng để chế tạo aglôporít, làm thay đổi khối lượng thể tích của chúng, do đó làm thay đổi độ thấm khí của phối liệu.

Sự thay đổi khối lượng đổ đống của hỗn hợp khi làm ẩm nó liên quan với sự thay đổi của thành phần hạt của nguyên liệu ban đầu. Sự làm ẩm bột sét dẫn đến sự tạo thành các viên (do sự tổ hợp các phần tử và dính kết các phần tử nhỏ thành các phần tử lớn), khi tăng từ từ độ ẩm của hỗn hợp các phần tử này tăng kích thước, còn tiếp tục tăng độ ẩm chúng trở thành các cục dạng dẻo lớn. Đối với phần lớn các dạng nguyên liệu thể tích nước đảm bảo khối lượng thể tích nhỏ nhất, tương ứng với độ thấm khí cực đại của phối liệu.

Dưới đây là giới hạn của độ ẩm tối ưu của phối liệu đối với các loại phối liệu khác nhau (% theo khối lượng):

Xỉ nhiên liệu:	13 - 20
Khoáng phiến thạch của làm giầu than:	10 - 16
Khoáng phiến thạch dạng đá:	10 - 16
Ásét rời và cát pha:	16 - 23
Tro đốt than dạng bụi:	20 - 38

Việc lựa chọn phương pháp chế tạo phối liệu phụ thuộc vào các tính chất cơ - cấu trúc của nguyên liệu được dùng. Dưới đây là các phương pháp chuẩn bị và chế tạo phối liệu từ nguyên liệu của các nhóm cơ - cấu trúc khác nhau .

2.2.4.2. Chế tạo phối liệu từ nguyên liệu của nhóm thứ nhất

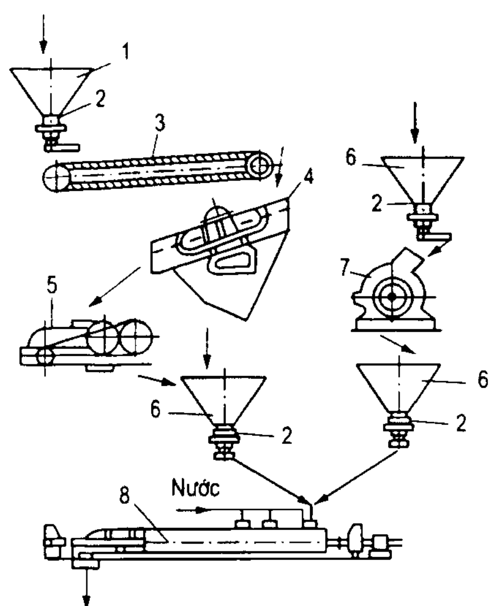
Các dạng nguyên liệu có triển vọng hơn của nhóm này là các sét phiến thạch và khoáng hầm lò phiến thạch của công nghiệp làm giầu than.

Trên hình II.15. mô tả sơ đồ công nghệ nguyên tắc của công đoạn chế tạo phối liệu của khoáng sét phiến thạch dạng đá. Phiến thạch đã được đập sơ bộ từ kho được đưa vào bunker, có trang bị lưới để tách các cục lớn. Các hạt phiến thạch kích thước dưới 5mm được đưa trực tiếp vào bunker phân phối, còn các cục lớn hơn được đập sơ bộ. Người ta đập phiến thạch trong các máy đập trục hay trong các máy đập trục có răng. Phiến thạch, nhiên liệu hay vật liệu có chứa nhiên liệu được đưa đồng đều vào tổ hợp máy trộn và phun nước vào nhờ các vòi phun được đặt ở ba, bốn chỗ theo chiều dài của máy trộn.

Tuỳ thuộc vào công suất của xưởng có thể dùng máy trộn xẻng hai trục hay các máy trộn phối liệu đặc biệt.

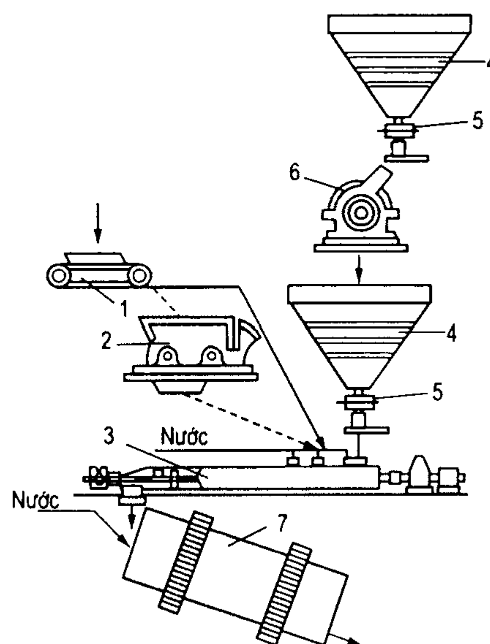
2.2.4.3. Chế tạo phối liệu từ nguyên liệu nhóm thứ hai

Sơ đồ công nghệ chế tạo phối liệu từ nguyên liệu nhóm thứ ba ásét rời hay sét pha cát được thể hiện trên hình II.16. Ásét từ kho đi vào máy làm tơi, ở trong máy này nó được làm tơi lần thứ nhất, rồi sau đó đi vào máy cấp liệu hình hộp. Trong trường hợp có lẫn đá từ máy cấp liệu hình hộp nó được đưa vào máy tách đá.



Hình II.15. Sơ đồ chế tạo phối liệu từ nguyên liệu của nhóm thứ nhất:

1- bunker chứa phiến thạch; 2- cấp liệu; 3- băng tải; 4- sàng; 5- máy dập; 6- bunker phân phối; 7- máy nghiền nhiên liệu; 8- máy trộn

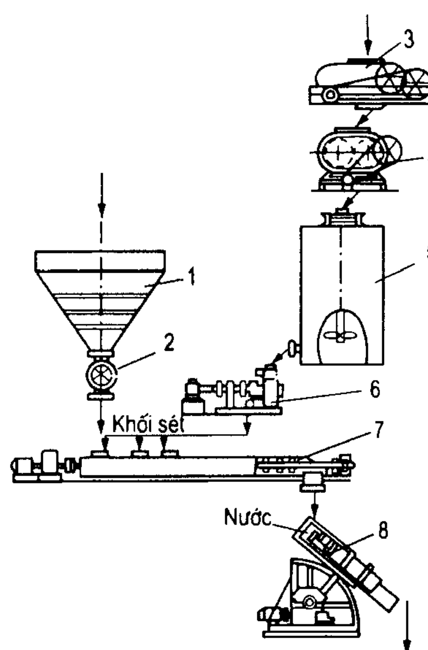


Hình II.16. Sơ đồ chế tạo phối liệu từ nguyên liệu nhóm thứ hai

1 - máy cấp liệu hình hộp; 2- trục tách đá; 3- máy trộn; 4- bunker phụ gia nhiên liệu; 5- máy cấp liệu đĩa; 6 - máy đập; 7- thùng điều chỉnh.

Nhiên liệu công nghệ (than đá hay vật liệu chứa nhiên liệu) được đập trong máy đập búa hay máy cán trục và được đưa vào bunker phân phối. Ásét, nhiên liệu công nghệ và các phụ gia khác được đưa vào máy trộn. Ở trong máy trộn phối liệu được trộn cẩn thận và làm ẩm. Sau đó người ta đưa phối liệu vào trong máy tạo viên. Hiện nay người ta hay dùng máy tạo viên kiểu tang trống.

Thùng tạo viên có hai loại - tang trống hai đầu với vít xoắn ruột gà quay trong lòng nó, theo hướng ngược chiều quay của chính tang trống. Trong tang trống người ta chỉ thực hiện việc tạo viên của phối liệu.Tang trống tạo viên với vít xoắn hoàn thành ba thao tác: làm tơi thêm, trộn và tạo viên phối liệu.



Hình II.17. Sơ đồ chế tạo phối liệu từ nguyên liệu của nhóm thứ ba

1- bunker phân phối tro; 2- cấp liệu; 3- máy cán trục nghiền thô; 4- máy nghiền sét; 5- máy trộn; 6- bơm; 7- máy trộn; 8- máy tạo viên dạng đĩa.

2.2.4.4. Chế tạo phối liệu từ nguyên liệu của nhóm thứ ba

Nguyên liệu chính của nhóm thứ ba là tro đốt cháy các loại than dạng bụi khác nhau. Người ta chế tạo phối liệu từ tro bằng cách sau (hình II.17). Tro từ các xilô được phương tiện vận chuyển bằng khí nén đưa vào bunker phân phối của phân xưởng gia công. Từ bunker phân phối tro được đưa vào máy trộn xẻng hai trục bằng cấp liệu dạng kín hay vào máy trộn phối liệu đặc biệt. Ở đây tro được làm ẩm đồng đều lần thứ nhất và được trộn với phụ gia dính kết. Người ta dùng bột sét hay hồ sét, cũng như các phụ gia hoạt tính bề mặt.

Trong máy trộn phối liệu được trộn cẩn thận. Tiếp theo đó người ta đưa phối liệu vào máy tạo viên. Để tăng năng suất của máy tạo viên người ta cho phần cơ bản của nước (gần 90%) vào máy trộn. Trong máy tạo viên phối liệu được làm đủ ẩm và tạo cục.

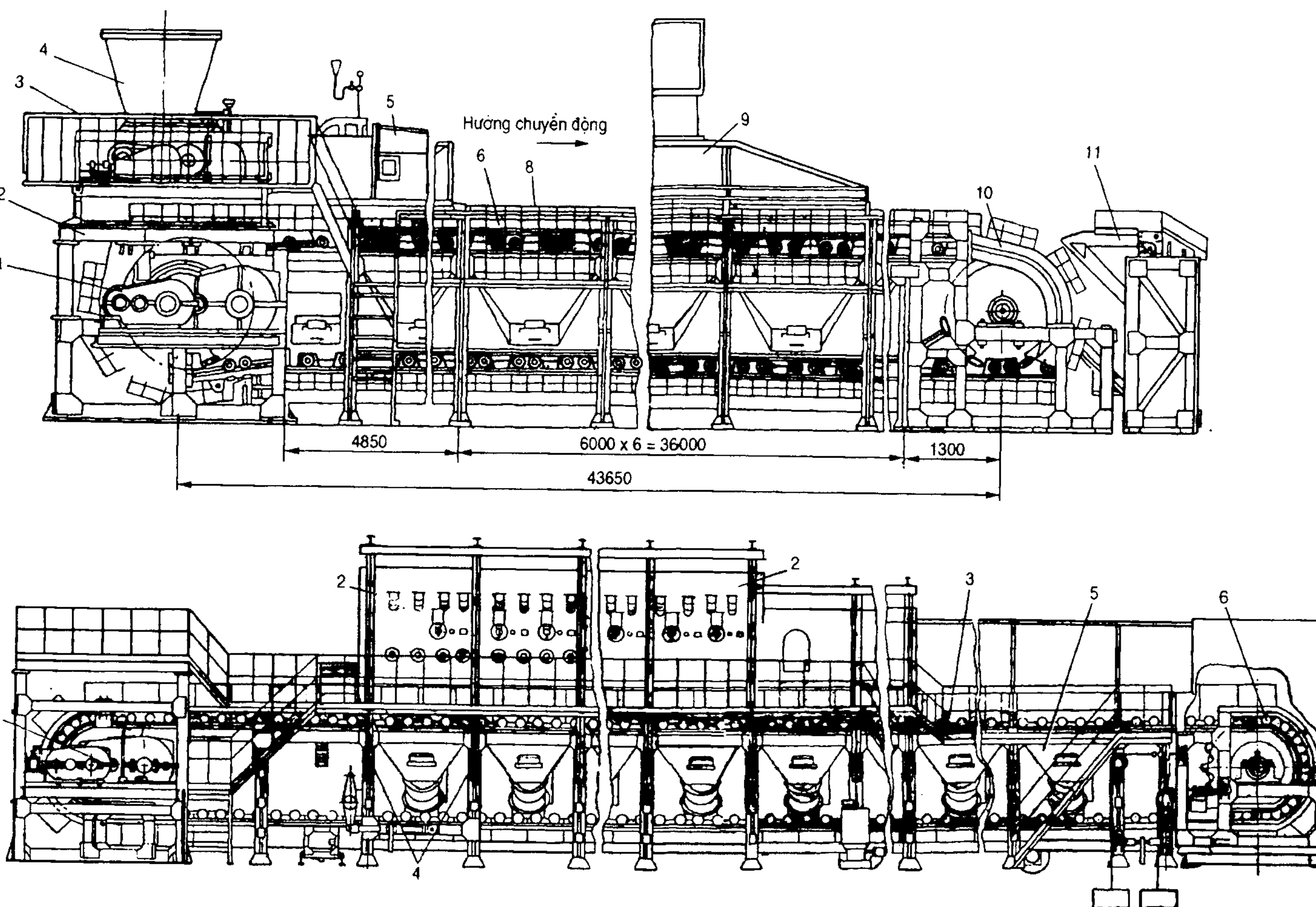
2.2.4.5. Nung và thiêu kết

Phối liệu hay các viên được nung và thiêu kết trong các máy đặc biệt. Ngày nay ở Nga người ta dùng hai loại máy - máy tạo aglôporít để chế tạo dăm aglôporít (hình II.18a) và máy nung aglôporít để chế tạo sỏi aglôporít (hình II.18b) Trong sản xuất dăm aglôporít người ta thiêu kết phối liệu trên các lưới ghi vô cực chuyển động, gồm nhiều vagông (palét) riêng biệt, chúng chuyển động trên các con lăn theo các bộ phận định hướng, các bộ phận này là khung sườn của máy . Các palét chuyển động được nhờ cặp bánh răng, cặp bánh răng này liên kết với dẫn động. Trên nhánh làm việc của máy người ta nạp liệu, sau đó xảy ra quá trình đốt lớp trên cùng, thiêu kết và làm nguội từng phần dầm aglôporít đã được thiêu kết. Dưới nhánh làm việc của máy được đặt các buồng chân không, được liên kết bằng ổ góp với thiết bị thổi không khí.

Máy nung aglôporít, được dùng để sản xuất sỏi aglôporít, về nguyên tắc có kết cấu tương tự. Nhưng do những đặc điểm của quá trình công nghệ, liên quan với sự cần thiết phải sấy và đốt nóng trước các viên phối liệu, cũng như phải tạo nên nhiệt độ cao hơn trong thời kỳ đốt và nung, trong kết cấu của một số chi tiết riêng biệt có sự thay đổi. Các palét của máy được chế tạo từ thép chịu nhiệt, họng đốt được kéo dài, diện tích làm việc của máy được chia ra thành năm vùng: sấy trước, đốt nóng trước, đốt cháy, nung và làm nguội.

Bảng II.13. Đặc tính kỹ thuật của các máy tạo và nung dùng để sản xuất dăm và sỏi aglôporít

Máy	Mác	Diện tích làm việc của vùng thiêu kết (nung, m^2)	Chiều dài của diện tích làm việc, m	Chiều rộng của diện tích làm việc, m	Chiều cao cực đại của lớp phối liệu (viên), mm	Tốc độ chuyển động của palét (vagông), m/phút	Công suất của động cơ điện, kW	
							Dẫn động	Cấp liệu
Máy tạo aglôporít	CM - 961 K - 450	60 50	40 25	1,5 2,0	300 300	0,45 - 1,25	6	4,5
Máy nung sỏi aglôporít	CMC - 117	60	40	1,5	250	0,83 - 1,5	6	1,7
	OK - 18	18	12	1,5	250	0,1 - 0,5	10	3,6
	OK - 108	54	54	2	300			



Hình II.18. Máy tạo aglôporít

a) Máy băng tải để chế tạo dăm aglôporít; 1- dẫn động; 2- trạm dẫn động; 3- diện tích (sàn) để cho công nhân điều khiển má
4- bunker đổ phối liệu; 5- họng đốt; 6- các phòng; 7- các đơn nguyên; 8- buồng chân không; 10- trạm nạp liệu;
11- thiết bị nghiền vỡ; b) Máy nung để có được sỏi aglôporít: 1- dẫn động; 2 - họng đốt; 3- các phòng;
4- các đơn nguyên; 5- buồng chân không; 6- trạm tháo liệu; 7- bộ phận đập vỡ.

Đặc tính kỹ thuật của máy tạo và máy nung aglôporít, dùng để sản xuất dăm và sỏi aglôporít, được ghi trong bảng II.13.

Năng suất của máy tạo aglôporít (m^3/h) được xác định theo công thức:

$$Q = 60F_{l.t}CK$$

Trong đó:

$F_{l.t}$ - diện tích làm việc của lưới tạo aglôporít, m^2;

C- tốc độ thiêu kết thẳng đứng, m/phút;

K - sản lượng aglôporít.

Người ta xác định các giá trị của C và K theo kết quả thí nghiệm của nguyên liệu ban đầu.

Khi sản xuất dăm aglôporít thiêu kết phối liệu trên lưới tạo aglôporít được thực hiện như sau. Người ta đưa phối liệu đã chế tạo xong vào bunker tiếp nhận của máy tạo aglôporít. Từ bunker tiếp nhận nhờ máy cấp liệu phối liệu được cấp liên tục và đồng đều vào lưới tạo aglôporít. Để đạt được mục đích đó người ta dùng cấp liệu kiểu máng rung, con thoi, dao động con lắc và các loại cấp liệu khác. Để tránh phân tầng và phá vỡ các hạt phối liệu độ chênh lệch chiều cao giữa thiết bị nạp liệu của tổ hợp máy chuẩn bị phối liệu và lưới tạo aglôporít không được quá 1,5m. Phối liệu rải trên mặt lưới được san phẳng thêm nhờ bộ phận san phẳng. Người ta đốt phối liệu nhờ họng đốt, nó là buồng, các mặt trong của tường của nó được ốp bằng gạch chịu lửa. Ở hai bên sườn của buồng người ta lắp đặt các vòi đốt. Người ta thường dùng nhiên liệu là gas hay mazút.

Dưới các ghi của máy, như đã chỉ ra, là các buồng chân không, chúng được liên kết với một hay vài quạt áp lực cao bằng ổ góp. Mỗi một buồng chân không có van tiết lưu để điều chỉnh lượng gas cấp vào. Trong buồng chân không, ở dưới họng đốt, được duy trì độ giảm áp tương đối nhỏ, còn trong các buồng còn lại, theo nguyên tắc, độ giảm áp có giá trị cao hơn.

Khi sản xuất sỏi aglôporít, theo công nghệ của VNC VLXD liên bang Nga, các viên phối liệu với độ lớn 5 - 10 hay 10 - 20mm được máy cấp liệu con lăn đưa vào máy nung aglôporít. Sau đó đi vào dưới họng đốt, ở đây chúng lần lượt trải qua các thời kỳ sấy, đốt nóng trước và đốt các lớp bên trên.

Thời gian gia công nhiệt của các viên phối liệu do nguồn nhiệt bên ngoài được tăng lên 1,5 - 2 lần so với thời gian đốt phối liệu đã lấy khi sản xuất dăm aglôporít theo phương pháp bình thường. Sau khi các viên đi ra khỏi họng đốt trong các lớp vẫn xảy ra do nhiên liệu chứa trong chúng, với cấp phối nhất định và chế độ nung tương ứng khi kết thúc toàn bộ quá trình được tạo thành, các viên rỗng được nung chín hoàn toàn riêng biệt với kích thước 5 - 10 hay 10 - 20mm, nhưng không thiêu kết với nhau.

Ưu điểm của phương pháp mới là không những tạo ra cốt liệu rỗng với bề mặt kín và cường độ cao, cũng như cấp phối hạt xác định, mà còn giảm lượng dùng nhiên liệu công nghệ (đi 20- 30%), khả năng tiến hành quá trình với độ giảm áp thấp hơn [1500 - 2000Pa (150 - 200mm cột nước)], tăng tốc độ thiêu kết thẳng đứng và tỷ năng suất (lên 1,5 - 2 lần).

Trong sản xuất dăm aglôporít, cũng như sỏi aglôporít, để thổi không khí người ta dùng các quạt áp lực cao và trung bình sản xuất hàng loạt. Theo mức độ chuyển động lưới ghi vùng cháy của nhiên liệu trong phối liệu hay trong lớp của các viên chuyển dịch từ trên xuống dưới và khi điều chỉnh đúng đắn quá trình, thì đạt đến bề mặt của ghi ở thời điểm chúng đi qua trên buồng chân không cuối cùng.

Các giá trị khuyến cáo của các thông số cơ bản của quá trình nung và thiêu kết phối liệu từ các loại nguyên liệu khác nhau được ghi trong bảng II.14.

Bảng II.14. Các thông số cơ bản của quá trình nung và thiêu kết phối liệu từ các loại nguyên liệu khác nhau

Các thông số	Nhóm nguyên liệu					
	Nhóm thứ nhất			Nhóm thứ hai (sét rời, ásét hay sét pha cát)	Nhóm thứ ba (tro do đốt cháy than dạng bụi)	
	Xỉ nhiên liệu	Khoáng sét hầm lò do làm giầu than	Khoáng sét phiến thạch dạng đá		Dăm	Sỏi
Độ giảm áp, Pa (mm cột nước):						
- Ở thời kỳ đốt lớp trên cùng của phối liệu (viên)	1000 - 1500 (100 - 150)	800 - 1000 (80 - 100)	800 - 1000 (80 - 100)	600 - 1000 (60 - 100)	1000 - 1500 (100 - 150)	500 -700 (50 - 70)
- Ở thời kỳ thiêu kết (nung) phối liệu (viên)	2000 - 3000 (200 - 300)	2500 - 4000 (250 - 400)	2500 - 400 (2500 -400)	1500 - 3000 (150 -300)	3000 - 4000 (300 - 400)	1500 - 2000 (150 - 200)
Độ thấm gas trung bình, $m^3/(m^2.s)$	0,4 - 0,6	0,4 - 0,8	0,3 - 0,6	0,4 - 0,7	0,4 - 0,8	0,4 - 0,8

2.2.4.6. Đập, làm nguội và sàng phân loại

Khi sản xuất dăm và sỏi aglôporít sau khi kết thúc quá trình gia công nhiệt sản phẩm được tạo thành thường kết khối, đối với trường hợp thứ nhất nó là một dầm bền chắc, còn đối với trường hợp thứ hai là các viên được nung tốt và thiêu kết tiếp xúc với nhau. Bởi vì các khối cố kết được tạo thành sau khi nung cần phải được phá vỡ, cho nên các máy tạo aglôporít được trang bị bộ phận tách phá, nó là trục được cắm thêm các đục (các gai) với số lượng không nhiều. Đập tách khối "bánh gatô" hay phá vỡ khối cuội kết của các viên đã thiêu kết tiếp xúc với nhau, là cần thiết để thuận tiện cho việc vận chuyển, cũng như để đập lần thứ hai. Ngoài ra, đập tách khối aglôporít cũng như khối cuội kết của các viên sỏi aglôporít (đập lần thứ nhất) cho phép tách những phần tử thiêu kết kém của phối liệu và thúc đẩy quá trình làm nguội chúng.

Người ta thực hiện việc đập lần thứ hai để biến các khối aglôporít thành dăm trong các máy sản xuất hàng loạt: máy đập trục có răng và các máy đập khác, còn phân loại trên sàng chấn động, trong sàng ống, v.v...

Aglôporít đã đập được sàng phân loại ra thành các cỡ hạt thỏa mãn yêu cầu của QPNN "Cốt liệu rỗng vô cơ cho bêtông. Phân loại và yêu cầu kỹ thuật chung". Các cỡ hạt riêng biệt của aglôporít phải được bảo quản trong điều kiện không được làm bẩn và làm ẩm chúng.

2.2.5. Thiết kế các xưởng sản xuất aglôporít

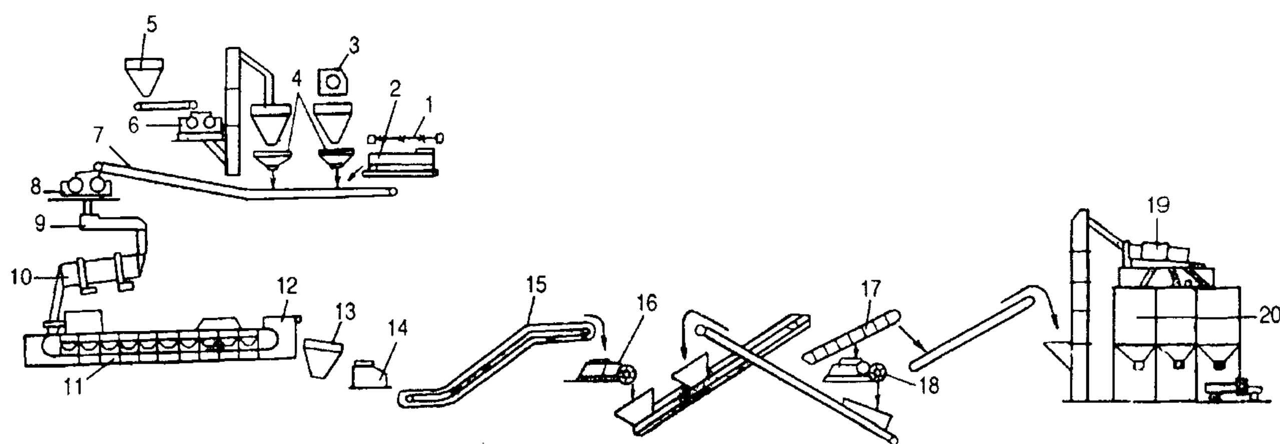
2.2.5.1. Xưởng sản xuất dăm aglôporít

Dưới đây là một ví dụ thiết kế xưởng sản xuất aglôporít từ nguyên liệu sét với công suất 100 nghìn m^3 dăm aglôporít/năm.

Xưởng sản xuất aglôporít gồm các phân xưởng chuẩn bị, chế tạo phối liệu và thiêu kết, đập - sàng phân loại, cũng như kho chứa sản phẩm. Nguyên liệu ban đầu để có được aglôporít là sét dễ chảy hay sét pha cát. Với phụ gia nhiên liệu người ta dùng than loại 3, cũng còn tính đến khả năng cho mùn cưa vào phối liệu.

Sơ đồ công nghệ sản xuất aglôporít trong thiết kế được mô tả trên hình II.19. Nguyên liệu từ mỏ về được đưa vào lưới tiếp nhận của máy cấp liệu hình hộp. Trong những trường hợp riêng biệt để đập sơ bộ các cục ásét lớn, thì trên máy cấp liệu hình hộp người ta đặt máy làm tơi. Sét, được định lượng bằng máy cung cấp hình hộp, được đưa vào băng tải thu gom, trên nó người ta cho tất cả các cấu tử của phối liệu vào theo lớp. Than từ kho ngoài trời được máy xúc bánh hơi đưa vào kho tiếp nhận than, được trang bị cấp liệu băng tải. Than được đập trong máy đập trục đến độ lớn của các hạt 3 - 5mm và sau đó được máy nâng gầu đưa lên bunker phân phối, cũng được trang bị cấp liệu băng tải. Phụ gia nhiên liệu đã được định lượng được đưa sang băng tải thu gom.

Trong trường hợp sử dụng mùn cưa người ta đặt máy cấp liệu hình hộp thứ hai để cấp và định lượng mùn cưa.



Hình II.19. *Sơ đồ công nghệ sản xuất dăm aglôporít:*

1- máy làm tơi; 2- máy cấp liệu hình hộp; 3- máy đập búa; 4- các máy cấp liệu; 5- bunker chứa than; 6- máy cán; 7- băng tải thu gom; 8- máy cán trục loại đá; 9- máy trộn sét hai trục; 10- tang trống tạo viên; 11- máy tạo aglôporít; 12- bộ phận đập tách; 13- sàng ghi rung; 14- máy đập rôtor; 15- băng tải tấm; 16- máy đập trục có răng; 17- sàng chấn động; 18- máy đập trục có răng; 19 - máy phân loại; 20- các xilô chứa.

Các thành phần của phối liệu được băng tải thu gom đưa vào máy cán trục để đập thô và sau đó đưa vào máy trộn sét. Trong máy cán trục nghiền thô nguyên liệu trải qua gia công lần thứ nhất, ở đây các tạp chất đá được loại bỏ. Trong máy trộn sét phối liệu được trộn đều và làm ẩm. Hỗn hợp chuẩn bị xong bằng cách như thế được đưa vào máy tạo viên kiểu tang trống với bộ phận làm tơi, ở đây phối liệu được làm tơi, trộn thêm và sau đó được tạo viên. Từ máy tạo viên phối liệu đi vào phễu tiếp nhận của máy nạp phối liệu. Phối liệu được rải đều lên ghi của máy tạo aglôporít thành lớp với chiều cao 250mm. Máy tạo aglôporít dạng băng tải vận hành liên tục gồm các palét riêng biệt rộng 1,5m. Diện tích làm việc của vùng thiêu kết $60m^2$. Lớp trên cùng của phối liệu được đốt bằng họng đặc biệt, làm việc bằng gas tự nhiên hay mazút. Sau khi đốt lớp trên của phối liệu sự cháy tiếp theo của nhiên liệu trong nó xảy ra do sự thổi qua của không khí.

Để duy trì chế độ không khí đã định chiều dài làm việc của máy tạo aglôporít được chia ra thành các vùng đốt cháy, thiêu kết và làm nguội. Dầm aglôporít đã thiêu kết được làm nguội bằng cách thổi không khí qua nó và bằng cách phun nước.

Ở đuôi dỡ tải của máy người ta lắp đặt bộ phận đập, nó đập chẻ dầm aglôporít đã thiêu kết thành các cục riêng biệt. Các hạt aglôporít thiêu kết yếu được tách ra trên sàng ghi, dưới nó người ta đặt máy cấp liệu, đưa phế phẩm trở lại máy đập búa. Sau khi đập phế phẩm được đưa vào bunker phân phối, nó được định lượng bằng cấp liệu băng tải và đưa sang băng tải thu gom và cuối cùng trở lại vào quá trình sản xuất. Các cục aglôporít từ sàng ghi đi vào đập lần thứ nhất trong máy đập một trục, sau đó sang băng tải tấm với bề rộng 500mm, người ta cũng thổi không khí lạnh vào băng tải này. Sản phẩm sau khi qua đập lần thứ nhất được đưa sang sàng chấn động, ở đây nó được phân thành hai cỡ hạt. Aglôporít với độ lớn dưới 40mm được băng tải đưa sang sàng phân loại, được đặt trên các xilô chứa sản phẩm, còn các cục lớn hơn 40mm được đưa sang đập lần thứ ba trong máy đập trục có răng. Sau khi đập aglôporít được băng tải đưa sang sàng và phân loại. Các cỡ hạt đã được phân loại được bảo quản trong các xilô.

Mặt bằng và các mặt cắt của các phân xưởng chính được mô tả trên hình II.20a, b.

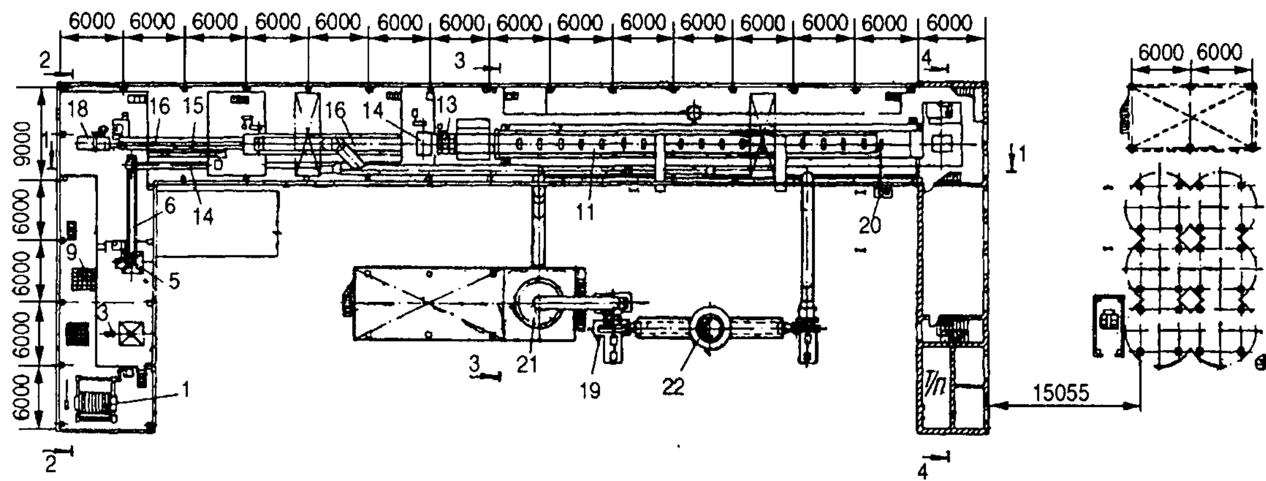
Danh mục và các đặc tính kỹ thuật của thiết bị công nghệ căn bản của xưởng sản xuất aglôporít từ các khoáng sét với công suất 100nghìn m^3/năm được ghi trong bảng II.15.

2.2.5.2. Thiết kế điển hình của xưởng sản xuất sỏi aglôporít

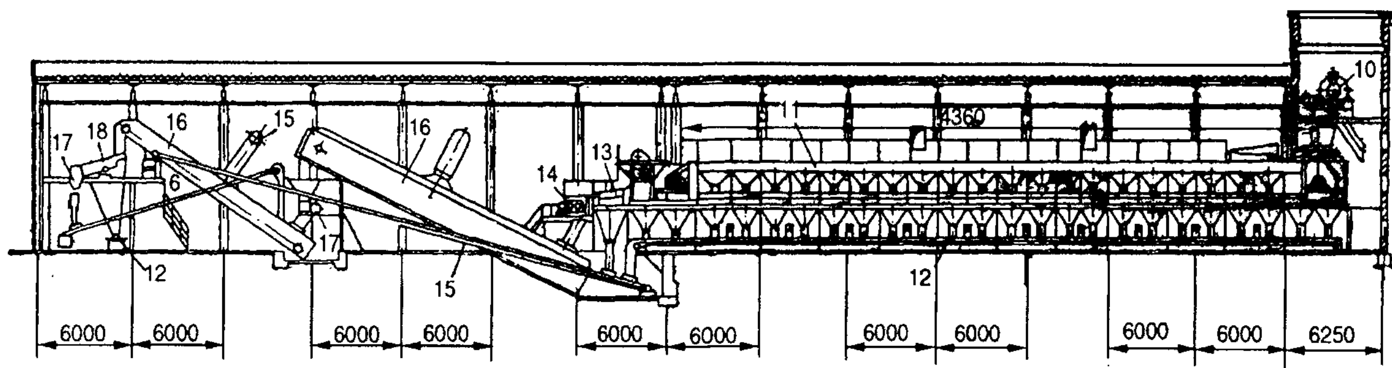
Thiết kế điển hình của xưởng sản xuất sỏi aglôporít từ tro của các nhà máy nhiệt điện (NMNĐ) với công suất 250 - 300 m^3/năm.

Xưởng gồm các phân xưởng: chuẩn bị và tạo viên phối liệu, nung và kho sản phẩm với công đoạn đập và sàng phân loại. Nguyên liệu để sản xuất tro bay khô, chứa từ 4 đến 12% nhiên liệu chưa cháy. Phụ gia là huyền phù sét hay phụ gia tăng dẻo dùng cho bê tông.

a)



b)

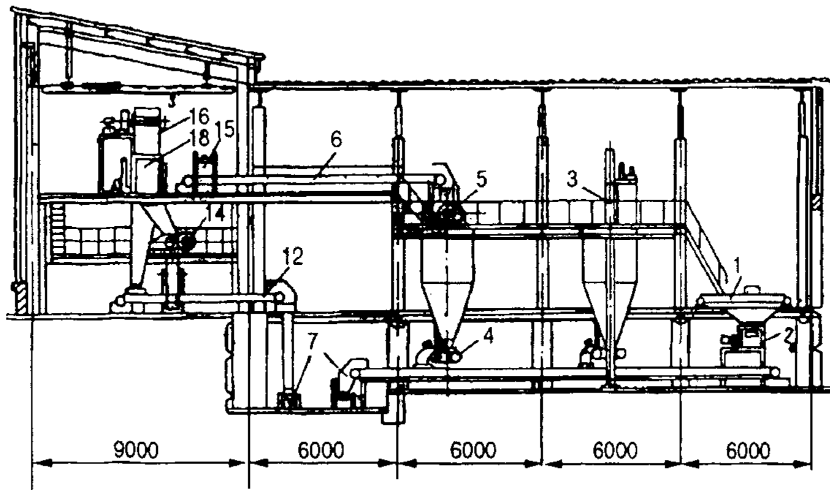


***Hình II.20**: a, b*

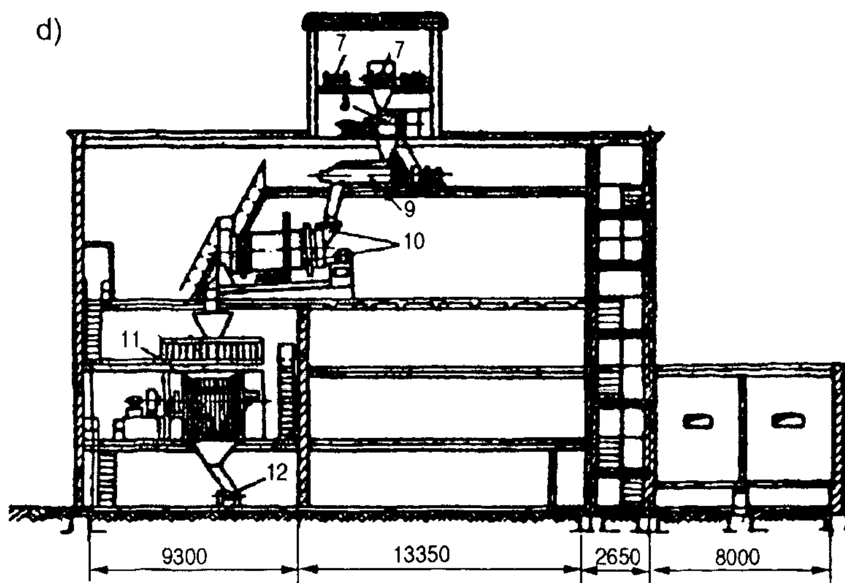
a) Mặt bằng

b) Mặt cắt 1-1

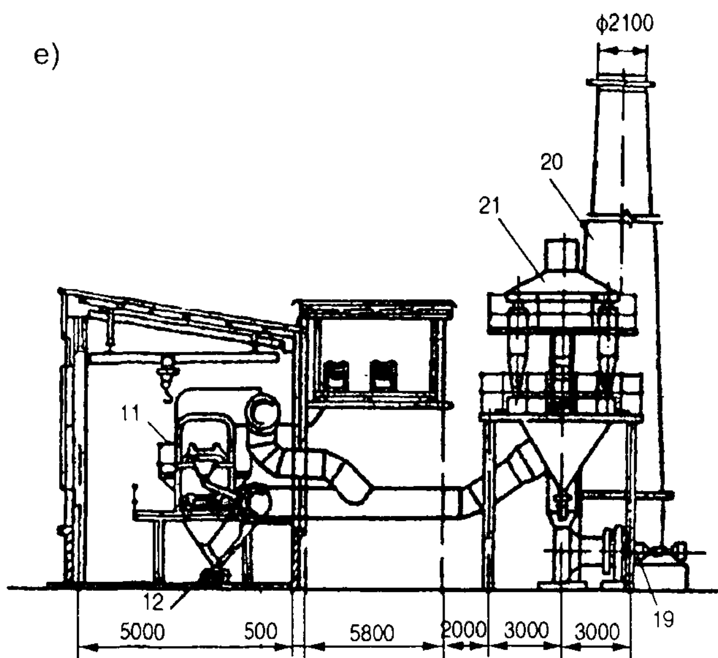
c)



d)



e)



Hình II.20c, d, e. Mặt bằng và các mặt cắt của xưởng sản xuất dăm aglôporít công suất $100m^3$/năm

c) Mặt cắt 2-2; d) Mặt cắt 3-3; e) Mặt cắt 4-4;

1- máy làm tơi; 2- máy cấp liệu hình hộp; 3- máy nâng gầu; 4- cấp liệu băng tải; 5- máy đập rôtor; 6- băng tải nằm ngang; 7- băng tải nghiêng; 8- máy đập trục đập thô; 9- máy trộn sét; 10- máy tạo viên kiểu tang trống; 11- máy nung aglôporít; 12- băng tải nằm ngang; 13- bộ phận đập aglôporít; 14- máy đập; 15- băng tải nghiêng trong vỏ; 16- băng tải tấm; 17- máy đập trục; 18- sàng chấn động; 19- quạt hút khói; 20- quạt thổi; 21- xíchlông lọc bụi; 22- ống khói.

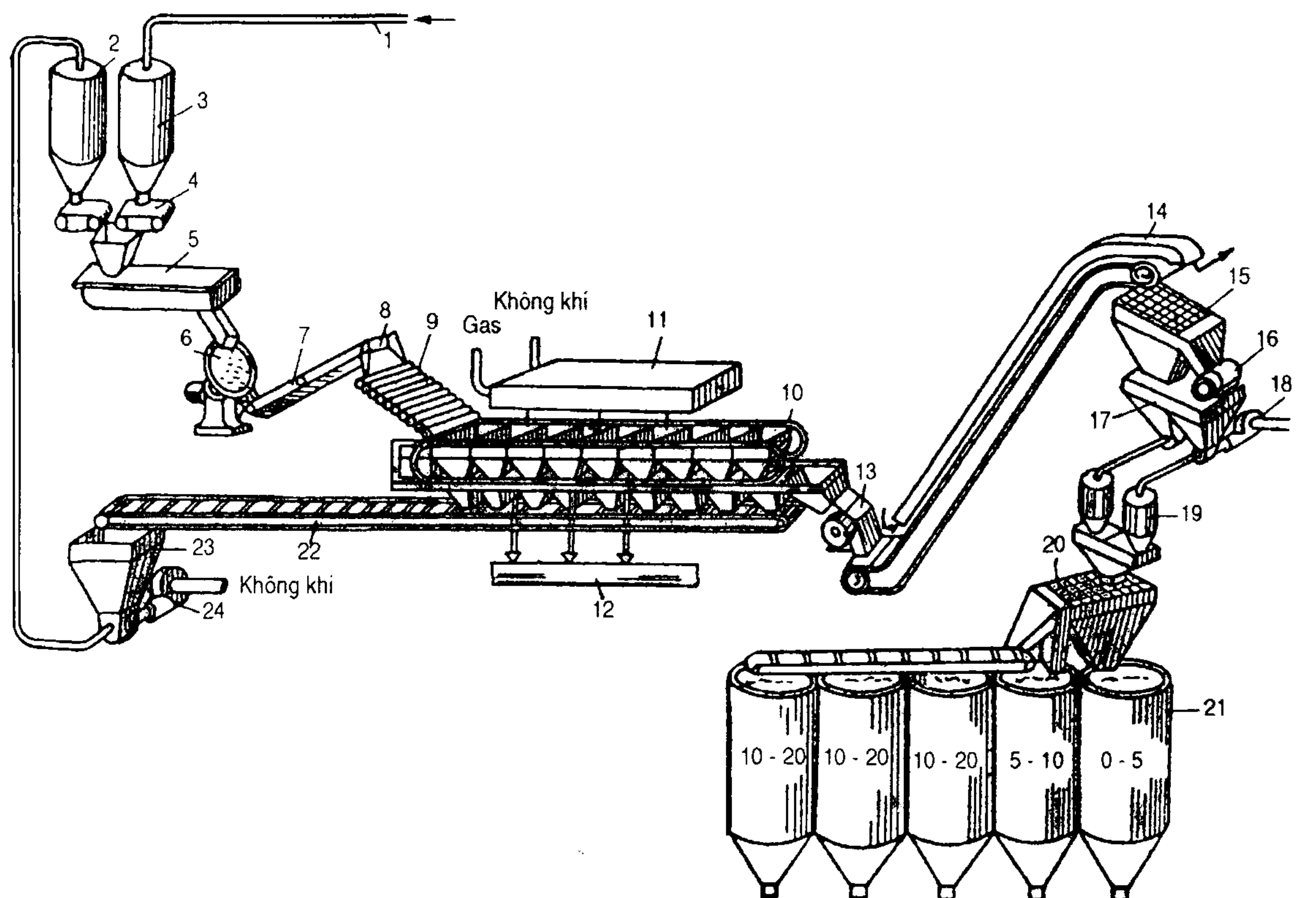
Quá trình sản xuất được thực hiện như sau (hình II.21). Tro khô từ kho xilô của các nhà máy nhiệt điện được đưa về bằng phương pháp vận chuyển dùng khí nén hay ôtôxitéc chở ximăng vào các xilô phân phối của phân xưởng tiếp nhận và tạo viên phối liệu, dưới chúng người ta lắp đặt các cân tự động vận hành liên tục. Tro và phụ gia đã định lượng được đưa vào máy trộn xẻng nằm ngang, ở đây hỗn hợp được làm ẩm và trộn đều cẩn thận. Từ máy trộn phối liệu được băng tải đưa vào máy tạo viên dạng đĩa với đường kính 4200mm. Kích thước của các viên phối liệu được điều chỉnh bằng cách thay đổi góc nghiêng và tốc độ quay của đĩa. Các viên thu được trong máy tạo viên với kích thước 5 - 10 hay 10 - 20mm được băng tải đưa sang máy cấp liệu dao động, sau đó bằng cấp liệu con lăn được đổ thành lớp đồng đều lên các ghi của máy nung aglôporít. Trong thiết kế người ta tính đến khả năng dùng hai máy nung aglôporít. Để ngăn cản tác động

Bảng II.15. Thiết bị công nghệ cơ bản của xưởng sản xuất dăm aglôporít

Thiết bị	Số lượng	Khối lượng, T	Loại, môdel	Đặc tính kỹ thuật
Máy làm tơi	1	3,6	CM - 1031A	Năng suất 25m^3/giờ. Động cơ điện 10kW
Máy cấp liệu hình hộp	1	2,8	CM - 664	Năng suất dưới 35m^3/giờ. Động cơ điện 4,2kW
Máy đập trục với trục phẳng nhẵn	1	3,66	DVG - 3M	Năng suất 28T/giờ. Công suất điện 14kW
Máy đập búa	1	3,1	CM - 431	Năng suất (t/giờ) Với khe hở 13mm, 10 -14 Với khe hở 25mm, 20 -28
Máy cán trục loại đá	1	2,4	CM - 416A	Năng suất 40m^3/giờ. Động cơ điện 55kW
Máy trộn hai trục	1	3,5	CM - 447A	Năng suất dưới 18m^3/giờ. Động cơ điện 20kW
Máy tạo viên kiểu tang trống	1	11,3	CM - 960	Năng suất 20m^3/giờ. Động cơ điện Thùng - 14 Quay trục - 14
Máy nung aglôporít	1	150,6	CM - 961	Năng suất 100 nghìn m^3/năm. Tốc độ chuyển động của các palét 0,4 - 1,25m/phút.
Máy đập trục có răng	2	3,37	ĐĐZ - 1M	Năng suất (với độ lớn của vật liệu ra 25 - 50 - 75 - 100mm) 20 - 35 - 45 - 55 T/giờ. Động cơ điện 11kW
Máy đập rôtor	1	5,09	CM - 962	Năng suất 20m^3/giờ. Động cơ điện 28kW
Sàng chấn động	1	1,56	GBR - 1B	Năng suất dưới 70m^3/giờ. Động cơ điện 3,8kW
Máy sàng ống	1	2,45	C - 215V	Năng suất 37 - 45m^3/giờ. Độ lớn cực đại của các cục vật liệu nạp vào 100mm. Góc nghiêng 3°. Số lượng đơn nguyên phân loại 3. Động cơ điện 4,5 kW.

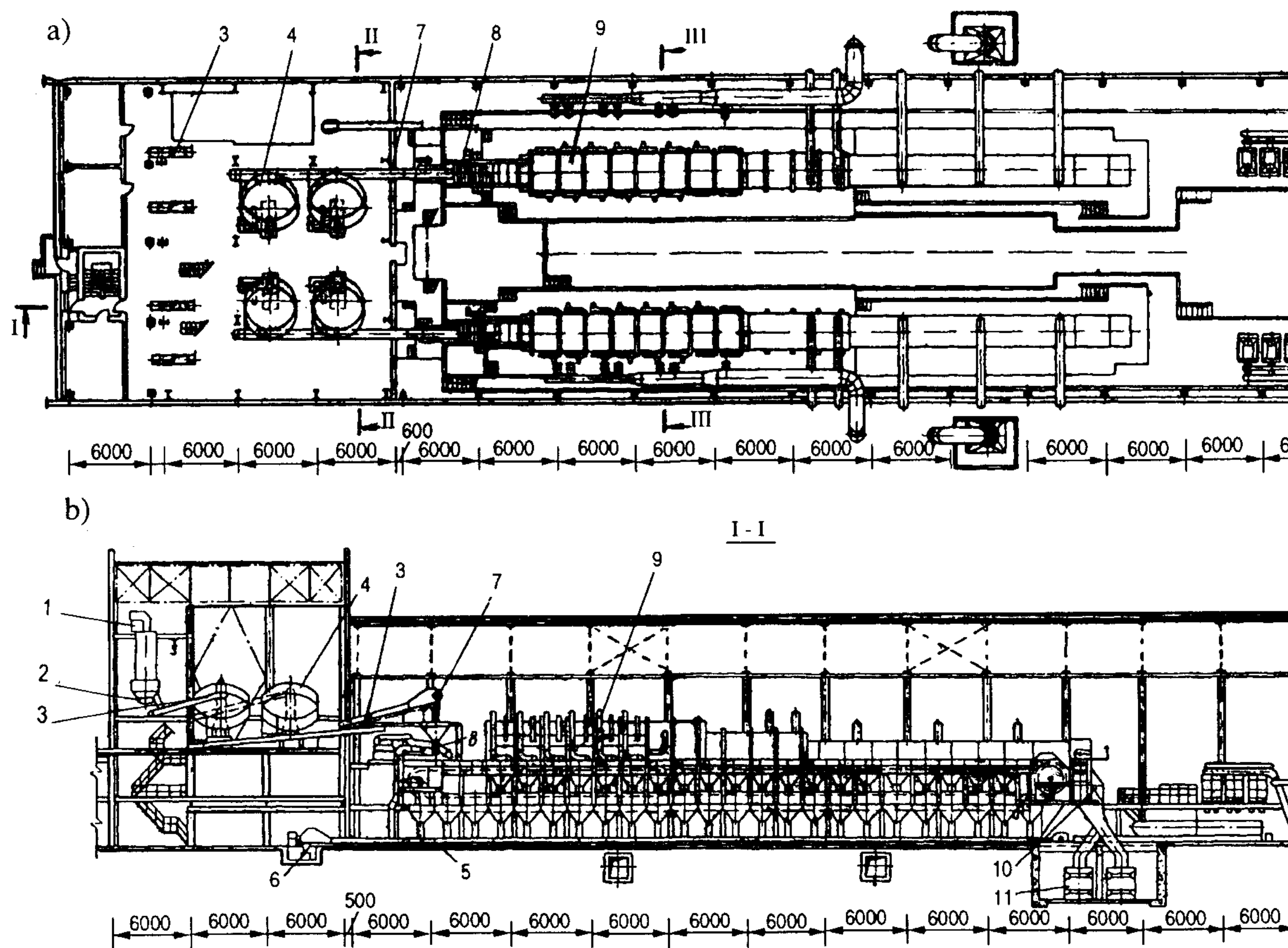
của nhiệt độ cao lên các ghi của máy nung aglôporít người ta làm lớp đệm ở đáy và hai bên sườn bằng sỏi aglôporít. Trên máy nung aglôporít lớp viên phối liệu lần lượt được sấy, đốt nóng trước, đốt cháy, nung và làm nguội từng phần. Sau khi kết thúc quá trình gia công nhiệt sỏi aglôporít đi vào bộ phận đập tách và sau đó đi vào máy đập rôtor. Trong máy đập rôtor các viên sỏi gắn kết với nhau trong quá trình thiêu kết được đập rời ra thành các viên riêng biệt, còn các khối được đập ra thành các cục kích thước dưới 100mm. Sau khi ra khỏi máy đập các hạt và các cục vật liệu đi sang băng tải tấm, ở đây chúng được làm nguội thêm bằng không khí thổi vào và được đưa sang sàng chấn động. Trên sàng các hạt sỏi kích thước dưới 20mm được tách ra khỏi các cục lớn. Sỏi nhỏ đi vào bunker trung gian, còn các cục lớn đi qua giai đoạn đập lần thứ hai rồi cũng được đưa vào bunker trung gian.

Từ bunker trung gian sỏi và dăm, có được sau khi đập các cục thiêu kết, với kích thước dưới 20mm, được đưa sang sàng chấn động, đặt ở trên các xilô. Các cỡ hạt aglôporít sau khi sàng 0 - 5, 5 - 10 và 10 - 20 đi vào các xilô tương ứng, từ các xilô này vật liệu được nạp vào các va gông hay ô tô tải.

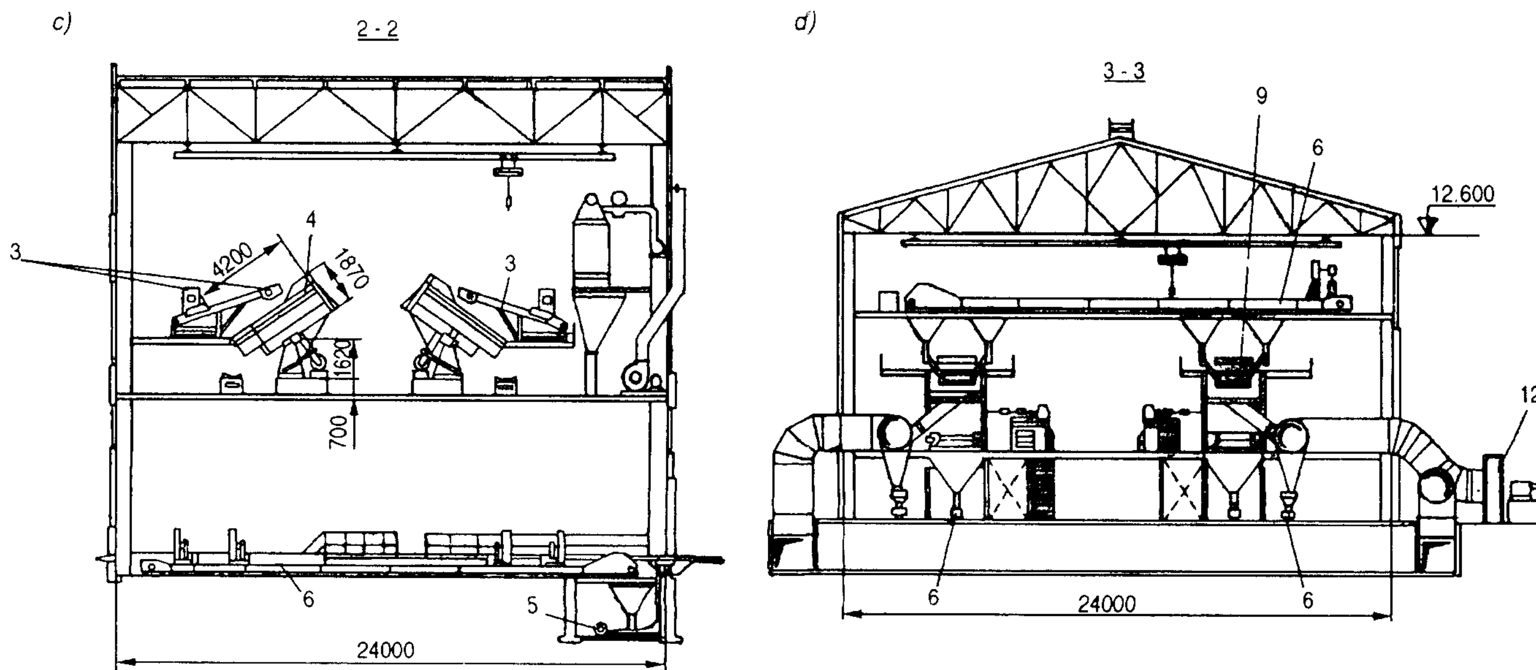


Hình II.21. Sơ đồ công nghệ sản xuất sỏi aglôporít từ tro của Nhà máy Nhiệt điện:

1- đường ống vận chuyển tro bằng khí nén; 2- xilô phân phối phế phẩm quay trở lại; 3- xilô phân phối tro; 4- cân tự động; 5- máy trộn vít xoắn hai trục; 6- máy tạo viên dạng đĩa; 7- băng tải; 8- máng; 9- cấp liệu con lăn; 10- máy nung aglôporít; 11- họng đốt; 12- ổ góp khí thải; 13- máy đập rôtor; 14- băng tải tấm; 15- sàng quán tính; 16- máy đập hai trục có răng; 17 - bunker tiếp nhận; 18 - quạt ly tâm hút bụi; 19 - bao lọc bụi; 20- sàng; 21 - xilô chứa sản phẩm; 22- băng tải; 23- bunker chứa phế thải; 24- quạt áp lực cao.



Hình II.22. Mặt bằng và các mặt cắt của xưởng sản xuất sỏi từ tro của các nhà máy nhiệt điện công suất 300 nghìn m^3/năm:
a) Mặt bằng; b) Mặt cắt 1 - 1;



Hình II.22 (tiếp theo). Mặt bằng và các mặt cắt của xưởng sản xuất sỏi từ tro của các nhà máy nhiệt điện công suất 300 nghìn m^3/năm.
c) Mặt cắt 2-2; d) Mặt cắt 3-3;

1- cân; 2- máy trộn hai trục; 3- băng tải ; 4- máy tạo viên; 5- quạt áp lực cao; 6- băng tải với các thanh gạt cấp liệu; 7- máy nạp liệu dao động; 8- cấp liệu con lăn; 9- máy nung sỏi aglôporít; 10- máy đập; 11- băng tải tấm; 12- quạt hút khói.

Quá trình sản xuất sỏi aglôporít được tự động hóa và được điều chỉnh bởi người điều hành từ một trạm trung tâm. Mặt bằng và mặt cắt của xưởng được mô tả trên hình II.21. Danh mục của các thiết bị công nghệ cơ bản được ghi trong bảng II.16.

Bảng II.16. thiết bị công nghệ cơ bản của xưởng sản xuất sỏi aglôporít

Thiết bị	Số lượng	Khối lượng, T	Loại, môđen	Đặc tính kỹ thuật
Cân khối lượng vận hành liên tục	4	1	CB - 71	Năng suất từ 5 đến 20T/giờ. Động cơ điện 1,7kW.
Máy trộn vít xoắn Φ 400, L = 4000 hai trục	4	3,26	111AG -1	Năng suất 6 - 8 T/giờ. Động cơ điện 7kW.
Máy tạo viên dạng đĩa	2	14,5	Φ4200	Năng suất 10 T/giờ. Động cơ điện 24kW.
Máy nung sỏi aglôporít	2	154,6	CMC - 117	Năng suất 15 nghìn m^3/năm (22m^3/giờ). Động cơ điện 5,4kW. Động cơ điện của dẫn động 6kW. Động cơ của máy rải phối liệu 1,7kW.
Sàng chấn động nghiêng 1500×3750	2	4,64	GIL-42	Năng suất 15m^3/giờ. Động cơ điện 8kW.
Sàng phân loại dạng ống 1000 × 5400	2	2,45	C - 215B	Năng suất 37 - 45m^3/giờ. Động cơ điện 4,5kW

2.3. XỈ BỌT

Xỉ bọt là cốt liệu rỗng nhân tạo cấu trúc rỗng, có được bằng cách tạo rỗng cho các chất nóng chảy của xỉ luyện kim hay sản xuất hóa học. Quá trình tạo rỗng được thực hiện bằng phương pháp làm nguội nhanh bằng nước, không khí hay hơi nước. Hiệu quả của cốt liệu này đối với bêtông nhẹ được giải thích như sau: để có được xỉ bọt người ta sử dụng chất nóng chảy có sẵn với nhiệt độ khoảng 1300°C, còn tạo rỗng nó có thể bằng các phương pháp rất đơn giản.

2.3.1. Các tính chất của xỉ bọt

Xỉ bọt là vật liệu có cấu trúc xốp, về cơ bản gồm siêu vôlastônít (α - $CaO.SiO_2$), rankinít ($3CaO.2SiO_2$), gêlênít ($2CaO.Al_2O_3.SiO_2$) và một lượng nhỏ thủy tinh và sulfít. Kích thước của các lỗ rỗng của xỉ bọt phụ thuộc vào phương pháp tạo ra nó biến động từ 0,04 đến 4,5mm, bề dày của thành của các lỗ rỗng từ 0,01 đến 1,6mm. Độ rỗng của vật liệu chiếm 52 - 78%. Độ hút nước 10 - 53%.

Dăm từ xỉ bọt được chia thành các mác 400, 600 và 800 với cường độ tương ứng không dưới 0,4; 1 và 2MPa. Khối lượng thể tích của cát từ xỉ bọt không được quá 1200kg/m^3. Dăm từ xỉ bọt phải bền vững không bị phân rã silicát và chứa các tạp chất.

Trên cơ sở của xỉ bọt người ta chế tạo hai chủng loại bêtông nhẹ: bêtông kết cấu - cách nhiệt dùng xỉ bọt có khối lượng thể tích 1300 - 1600kg/m^3 và cường độ 5 - 7,5 MPa và kết cấu - có khối lượng thể tích 1500 - 1800kg/m^3 và cường độ 10 - 20MPa. Độ dẫn nhiệt của bêtông nhẹ dùng xỉ bọt phụ thuộc vào khối lượng thể tích của chúng được ghi dưới đây:

Khối lượng thể tích, kg/m^3	1300	1400	1500	1600	1700	1800
λ, W(m.K) (Kcal/(m.giờ.°C)	0,441 0,38	0,464 0,4	0,522 0,45	0,58 0,5	0,638 0,55	0,696 0,6

2.3.2. thực chất của quá trình sản xuất xỉ bọt

Thực chất của quá trình tạo cấu trúc rỗng của xỉ bọt có thể được mô tả như sau: gas, được tách ra trong thời gian làm nguội nhanh chất nóng chảy của xỉ do giảm độ hòa tan của nó khi giảm nhiệt độ, cũng như gas và hơi nước, được đưa vào trong chất nóng chảy từ bên ngoài, khi chất nóng chảy của xỉ đạt độ nhớt tối ưu tạo rỗng cho nó. Sau khi làm nguội chất nóng chảy nở phồng (được tạo rỗng) tạo thành vật liệu nhẹ xốp, về cấu trúc giống như đá bọt tự nhiên.

Để có được vật liệu xốp từ chất nóng chảy của xỉ luyện kim cần phải làm cho, chất nóng chảy có được độ nhớt xác định, đảm bảo duy trì các bọt rỗng của các khí ở trong khối của vật liệu, còn các bọt khí thì ở trong trạng thái phân tán và được phân bố đồng đều theo toàn bộ thể tích của chất nóng chảy. Cũng cần phải làm sao cho sau khi chất nóng chảy nở phồng, mà sự tăng trưởng của độ nhớt phải đủ mạnh, để củng cố cấu trúc rỗng đã được tạo thành của vật liệu.

Phẩm chất của xỉ bọt (kích thước và đặc trưng của các lỗ rỗng, sự phân bố đồng đều của chúng và tương tự) phụ thuộc vào độ nhớt và sức căng bề mặt của chất nóng chảy, vào đặc trưng của sự thay đổi của các đại lượng này trong quá trình tạo rỗng và nguội của chất nóng chảy, cũng như vào loại và số lượng của các gas hòa tan và đưa vào trong chất nóng chảy.

Trong thực tế luyện kim người ta phân biệt các chất xỉ nóng chảy "dài" (với sự tăng chậm của đột nhớt khi giảm nhiệt độ) và "ngắn" (với sự tăng nhanh của độ nhớt). Các chất nóng chảy "dài" gồm xỉ axít, môđun kiềm[1] của chúng Mo < 1. Xỉ kiềm, có Mo > 1, phần lớn thuộc về loại cứng rắn nhanh ("ngắn"). Xỉ trung tính chiếm vị trí trung gian.

Khi chế tạo xỉ bọt không những chỉ phải tính đến độ nhớt tuyệt đối của xỉ ở nhiệt độ xác định, mà còn phải tính đến mức độ lớn của khoảng nhiệt độ, mà trong giới hạn của nó chất nóng chảy bảo tồn được khả năng nở phồng. Khoảng nhiệt độ ấy càng lớn, thì càng dễ thực hiện quá trình nở phồng của chất nóng chảy. Khả năng của chất nóng chảy xỉ giữ được gas không những chỉ phụ thuộc vào độ nhớt, mà còn phụ thuộc vào chỉ số của sức căng bề mặt của nó.

Yếu tố quan trọng là độ bền vững của các chất nóng chảy xỉ đã cứng rắn. Các xỉ lò cao dễ bị phá hủy (phân rã) hơn cả là các xỉ giầu vôi. Quá trình đó được gọi là phân rã

---

[1] Môđun $M_0 = \dfrac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$

silicát và liên quan với sự biến đổi thu hình của silicát hai canxi $2CaO.SiO_2$ khi làm nguội chậm nó. Một trong những phương pháp ngăn ngừa sự phân rã silicát là làm nguội nhanh chất nóng chảy là tôi luyện, kết quả của nó là tạo nên cấu trúc dạng thủy tinh bền vững của xỉ. Để ngăn cản sự phân rã của xỉ cần phải cho thêm vào chất nóng chảy phụ gia dạng bột (apatít, v.v...), chúng sẽ liên kết silicát hai canxi thành những thù hình bền vững.

2.3.3. Các phương pháp sản xuất xỉ bọt

Phẩm chất của xỉ bọt không những chỉ phụ thuộc vào các tính chất của chính chất nóng chảy, mà còn vào phương pháp cho thêm vào nó các chất tạo rỗng. Cho đến nay các phương pháp tạo rỗng cho các chất nóng chảy có thể quy ước chia ra làm hai loại cơ bản: phương pháp không trọng lượng với phương pháp này vật liệu được nở phông do lực không trọng lượng - trào dâng của các bọt khí trong khối của chất nóng chảy - và phương pháp trộn cưỡng bức, trong phương pháp này chất nóng chảy được trộn mạnh với các gas tạo rỗng. Ngoài ra, trong nhiều trường hợp người ta kết hợp cả hai phương pháp tạo rỗng.

Phương pháp đơn giản hơn cả, đã được sử dụng trước phương pháp có được xỉ bọt, với nó người ta sử dụng nguyên tắc không trọng lượng, là phương pháp "hố".

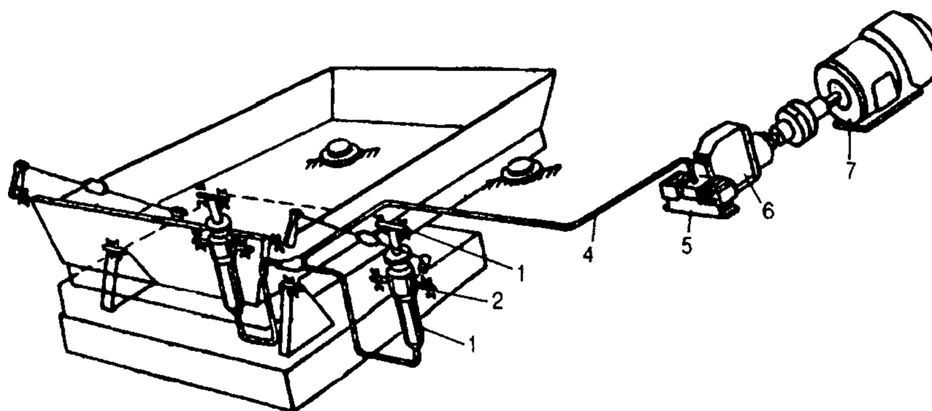
Thực chất của phương pháp "hố" là ở chỗ, người ta đổ chất nóng chảy của xỉ xuống một diện tích đã được chuẩn bị trước (hố), đáy của nó thường được làm ẩm. Khi chất nóng chảy tiếp xúc với đáy ẩm của hố nước từ từ biến thành hơi, hơi nước này cùng với gas được tách ra trong quá trình làm nguội chất nóng chảy, làm cho nó nở phồng. Sau khi làm nguội cả khối nóng chảy vật liệu rỗng được tạo thành. Nhưng cấu trúc của xỉ bọt, có được bằng phương pháp hố, không đồng nhất. Lớp dưới đặc, còn lớp trên rỗng, thêm vào đó, sự phân bố của các lỗ rỗng theo mặt cắt của phần nở phồng của xỉ cũng không đều nhau: ở trên cùng xỉ bọt có cấu trúc hang rỗng lớn và chỉ ở phần giữa độ rỗng được phân bố tương đối đồng đều.

Sự tạo thành xỉ bọt với cấu trúc không đồng nhất được giải thích như sau, khi làm nguội chất nóng chảy xỉ trong hố các bọt khí từ các lớp dưới di tản lên bề mặt. Theo mức độ nguội hàm lượng của các khí trong các lớp dưới của chất nóng chảy giảm đi đột ngột. Cho nên lớp dưới có cấu trúc đặc, còn các lớp trên - rỗng. Trên cơ sở của phương pháp "hố" hiện nay người ta đã tìm ra phương pháp bể tiến bộ hơn, phương pháp này đảm bảo độ đồng nhất cao hơn của cấu trúc của xỉ bọt.

Chế tạo xỉ bọt trong bể là ví dụ kết hợp cả hai nguyên tắc đã biết để tạo xốp cho các chất nóng chảy. Trong bể chất nóng chảy được nở phồng không những do tác dụng của lực không trọng lượng, mà còn do trộn từng phần của chất nóng chảy với chất tạo rỗng (xảy tra sự dãn nở đẳng nhiệt mạnh của các bọt hơi nước trong lớp chất lỏng).

Thực chất của phương pháp bể là ở chỗ. Người ta cho xỉ nóng chảy vào bể, nó là một dung tích, trên đáy của nó người ta đặt tấm có đục lỗ. Trong thời gian của cả quá trình nở phồng qua các lỗ ở đáy của bể nước dưới áp lực xác định được cấp vào. Bằng cách thay đổi lượng nước cấp vào, không những có thể điều chỉnh được tạo rỗng cho xỉ nóng chảy, mà còn cả tốc độ nguội của vật liệu đã nở phồng.

Hiện tồn tại hai loại bể - cố định, trong nó xỉ bọt được dỡ tải bằng máy ủi hay máy gạt và bể lật, việc dỡ tải cho nó được tiến hành bằng cách lật bể bằng kích thủy lực hay các máy nâng khác. Xỉ nóng chảy được đưa vào bể cố định hay lật bằng gầu chứa xỉ. Ở thời điểm đổ chất nóng chảy vào bể, qua đáy có lỗ của bể nước dưới áp lực 0,4 - 0,6 MPa được cấp vào. Thời gian đổ một gầu mất 1 - 2 phút. Nở phồng của xỉ diễn ra trong thời gian 5 - 6 phút. Sau khi kết thúc quá trình tạo rỗng xỉ bọt được làm nguội thêm bằng cách cấp thêm nước vào, sau đó xỉ được lấy ra khỏi bể. Trên hình II.23 mô tả sơ đồ của bể lật.



***Hình II.23**. Sơ đồ bể lật*

1- gối tựa linh hoạt; 2- trục quay của kích thủy lực; 3- kích thủy lực; 4- ống dẫn dầu; 5- van điều chỉnh; 6- bơm dầu; 7- động cơ điện.

Đặc tính kỹ thuật của thiết bị như sau:

Kích thước biên, mm:	
Dài:	8415
Rộng:	9600
Cao:	5855
Diện tích của bể, m:	6 × 6
Chiều cao của thành bể, m:	1,2
Độ nghiêng của bể, độ:	60
Thể tích làm việc, m^3:	12
Tổng khối lượng, T:	105
Công suất động cơ điện, kW:	55
Độ cao cực đại của lớp xỉ nóng chảy trong bể, mm:	310

Lượng dùng nước cho 1T xỉ nóng chảy, *l:*

Cho nở phồng:	370
Để làm nguội:	600
Áp lực của nước, được cấp vào để tạo rỗng:	0,4 - 0,6
Cho xỉ nóng chảy, MPa (at):	(4 - 6)

Trong tất cả các phương pháp thu được xỉ bọt phương pháp trộn cưỡng bức hiệu quả hơn cả là phương pháp màng thủy. Phương pháp này dựa trên cơ sở, là cho các tia nước riêng biệt dưới áp lực vào dòng chất nóng chảy đang đổ, các dòng (tia) nước này đập vỡ chất nóng chảy thành những viên rất nhỏ và hắt chúng lên màn chắn. Do chất nóng chảy được tưới nước nhiều lần xảy ra sự tạo rỗng mạnh của nó. Quá trình tạo rỗng của chất nóng chảy và định vị cấu trúc rỗng được kết thúc trong thiết bị thu gom.

Xỉ bọt sau khi được làm nguội đưa vào đập và sàng phân loại ra thành ba cỡ hạt: 0 -5, 5 - 10 và 10 - 20mm.

2.3.4. Thiết kế xưởng sản xuất xỉ bọt

Hiện này ở các nước người ta đã thiết kế xưởng sản xuất xỉ bọt với các phương pháp khác nhau - phương pháp bể, màng thủy và các phương pháp khác với công suất từ 80 đến 500 nghìn m^3/năm. Dưới đây là mô tả tóm tắt của quá trình công nghệ và các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cơ bản của thiết kết sản xuất xỉ bọt bằng phương pháp màng thủy với công suất 500 nghìn m^3/năm.

Đoàn tầu gồm tám gầu chở xỉ (với dung tích 16,5m^3 mỗi gầu) với xỉ lò cao lỏng - cháy rực được đưa vào phân xưởng tiếp nhận và nở phồng xỉ nóng chảy bằng chất tải nhiệt. Các thùng chứa xỉ được đặt đối diện với tổ hợp thiết bị màn thủy. Váng cứng trong gầu được phá vỡ bằng "búa" thép với khối lượng 10T, búa được treo vào móc của cần trục cầu trọng tải 15T. Trong phân xưởng người ta đặt bốn tổ hợp thiết bị màng thủy, hai trong chúng làm việc đồng thời.

Từ hai trạm hai người điều khiển điều khiển việc đổ xỉ nóng chảy của hai gầu.

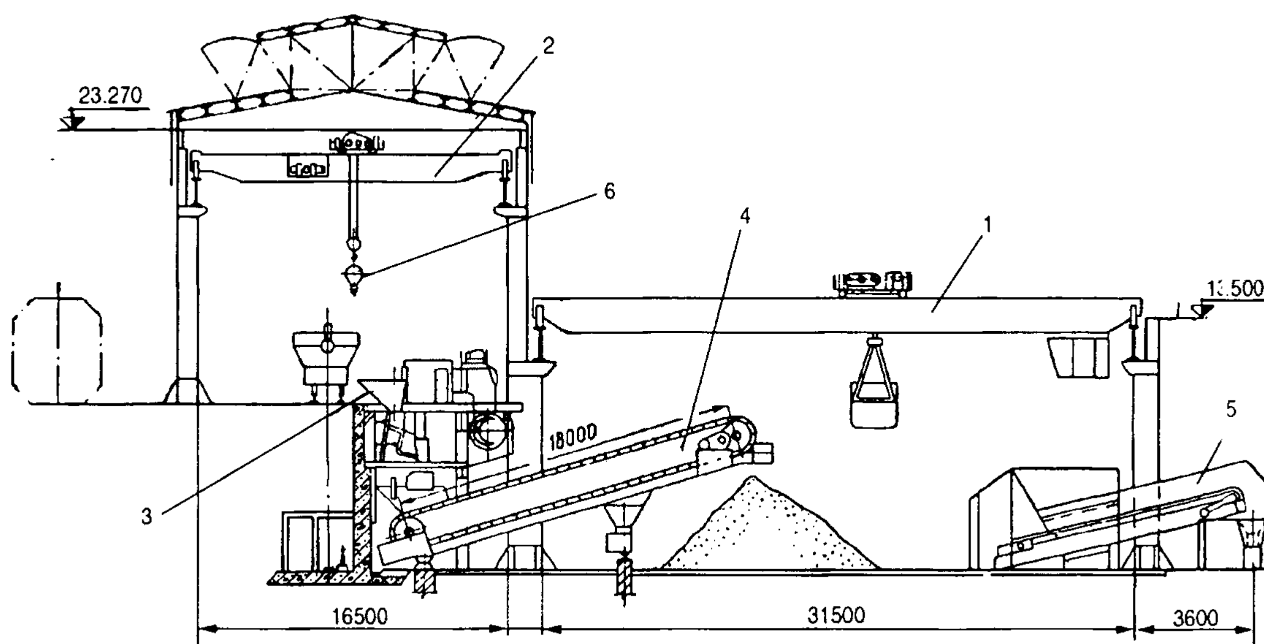
Khi gầu nghiêng xỉ nóng chảy được đổ vào phễu của thiết bị màn thủy, từ phễu xỉ nóng chảy đi vào máng thứ nhất của tổ hợp thiết bị, ở đây, nó chịu tác động của các tia nước phun ra từ hàng loạt các vòi phun với tốc độ 20 - 25m/giây [áp lực của nước 1MPa (10atm)]. Người ta, đặt các vòi phun song song với bề mặt trong của đáy máng trên các khoảng cách 10 - 15mm cách nó. Chất nóng chảy sau khi trộn với nước được làm nguội từng phần và hắt vào màn thứ nhất. Trong thời gian điểm đó xảy ra sự tách gas mãnh liệt và xuất hiện các lỗ rỗng trong chất nóng chảy. Sau đó chất nóng chảy đã được tạo rỗng sẽ chảy từ màn thứ nhất xuống máng thứ hai, ở đây cũng chính bằng phương pháp này nó cũng được gia công lần thứ hai bằng các tia nước, làm nguội và hắt lên màn thứ hai, trên nó xảy ra sự đập vỡ các lỗ rỗng lớn còn lại và tiếp tục tăng độ nhớt của vật liệu.

Từ màn chắn thứ hai xỉ đã được tạo bọt đi vào máng lật thu gom, từ đây từng khối cục đang nguội dần đi sang băng tải dạng hình máng chuyển động liên tục với bề rộng 1,4m của băng tải chuyển tiếp (tốc độ của băng tải 0,2m/s). Trên băng tải chuyển tiếp khối vật liệu tiếp tục được làm nguội và cứng rắn. Các cục xỉ bọt với nhiệt độ 1000 - 1100°C được băng tải chuyển tiếp đưa vào kho trung gian, kho này được trang bị cầu cạn với hai cần trục cầu với gầu ngoạm tải trọng 20T.

Bảng II.17. Thiết bị công nghệ cơ bản của xưởng sản xuất xỉ bọt công suất 500 nghìn m^3/năm.

Thiết bị	Số lượng	Khối lượng của đơn vị, T	Loại hay môđen	Đặc tính kỹ thuật
Cần trục cầu: điện	2	100	-	Tải trọng 20T, nhịp 31,5m. Dung tích của gầu 5,3m^3. Động cơ điện 242,5 kW.
kiểu gầu ngoạm điện	1	25	-	Tải trọng 15T, nhịp 16,5m. Động cơ điện 51,5 kW.
Thiết bị màn thủy	4	35	Phi tiêu chuẩn	-
Thiết bị chuyển tải quay	4	100	Phi tiêu chuẩn	Động cơ điện 60kW.
Cấp liệu băng tải tấm	2	64,3	1-15-120	Động cơ điện 36kW
Búa để đập váng xỉ của chất nóng chảy trong gầu	1	10	Phi tiêu chuẩn	-
Cần trục điện treo một dầm	1	7,01	-	Tải trọng 10T, nhịp 10m, động cơ điện 22,4 kW
Sang ghi 1500×300	1	5,1	CM - 690	Động cơ điện 13,8 kW
Máy đập hàm 600 ×900	1	14,65	CM - 16Đ	Động cơ điện 75kW
Máy đập hình chóp	1	24,4	KCĐ - 1200A	Động cơ điện 75kW.
Sàng chấn động 1750×4500, sàng 20	2	3,63	GIL - 52	Động cơ điện 8kW
Sàng chấn động 1750×4500, sàng 5 và 10	2	3,63	GIL - 52	Động cơ điện 8 kW.

Từ kho xỉ bọt ở dạng các cục lớn và nhỏ được cần cẩu với gầu ngoạm đưa vào các bunker trung gian của tổ hợp thiết bị đập - sàng phân loại. Dưới các bunker người ta đặt các cấp liệu băng tải tấm, chúng đưa vật liệu sang các băng tải để đưa vào kho chứa. Ở kho chứa xỉ bọt được đập trong hai giai đoạn: giai đoạn đầu trong máy đập hàm CM - 16Đ, giai đoạn hai trong máy đập hình chóp KCĐ - 1200A. Vật liệu đập xong được sàng phân loại trên sàng chấn động thành ba cỡ hạt: 0 - 5, 5 - 10 và 10 - 20mm. Xỉ bọt đã phân loại được băng tải đưa vào kho sản phẩm. Mặt bằng và mặt cắt của phân xưởng tiếp nhận và tạo rỗng của xỉ nóng chảy được mô tả trên hình II.24. Danh mục và đặc tính kỹ thuật của thiết bị công nghệ cơ bản - trong bảng II.17.



Hình II.24. Mặt cắt của phân xưởng tiếp nhận và tạo rỗng cho xỉ nóng chảy của xưởng sản xuất xỉ bọt bằng phương pháp màn thủy:

1- cần trục cầu với gầu ngoạm tải trọng 20T; 2- cần trục cầu tải trọng 15T; 3- tổ hợp thiết bị màn thủy; 4- băng tải chuyển tiếp quay; 5- băng tải tấm; 6- búa để đập váng xỉ

2.4. XUNGHIZÍT

Xunghizít là cốt liệu rỗng nhân tạo có được do nở phồng các khoáng phiến thạch xunghizít trong các lò quay hay các lò lớp sôi.

Ưu điểm của việc sản xuất loại vật liệu này là phương pháp chuẩn bị phối liệu "khô", do đó trong sơ đồ công nghệ loại bỏ gia công nguyên liệu, tạo hình và sấy viên phối liệu.

2.4.1. Các tính chất của xunghizít

Xunghizít là vật liệu xốp có dạng giống các viên sỏi với vỏ bọc mỏng mầu nâu nhám. Khi đập gẫy các viên có cấu trúc rỗng. Xunghizít có các tính chất vật lý - kỹ thuật sau:

Khối lượng thể tích đổ đống, kg/m^3: từ 290 đến 550

Cường độ nén trong xilanh: từ 0,4 đến 2,3 MPa

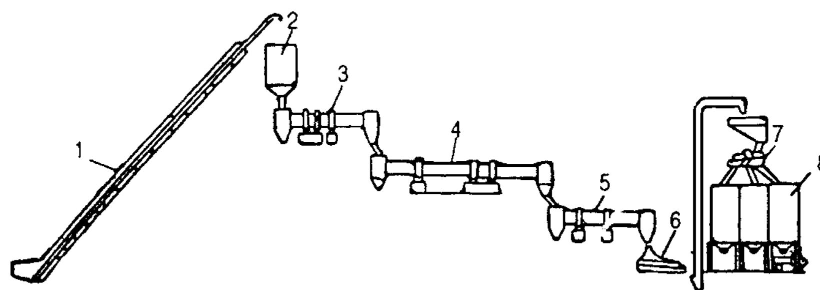
Cát xunghizít, có được trong lò nung lớp sôi, có khối lượng thể tích đổ đống trong giới hạn 480 - 650kg/m^3. Theo khối lượng thể tích đổ đống ở trạng thái khô sỏi và cát xunghizít được chia ra thành các mác 300, 400, 500, 600, 700, 800 và 1000. Trên cơ sở của xunghizít có thể chế tạo được bêtông nhẹ cách nhiệt với khối lượng thể tích 500 - 800kg/m^3 với cường độ 1,5 - 3,5 MPa và kết cấu - cách nhiệt với khối lượng thể tích 900 - 1400 kg/m^3 và cường độ từ 5 đến 20 MPa.

Độ dẫn nhiệt của bêtông nhẹ với khối lượng thể tích 1100 kg/m^3 khoảng 0232 W/(m.K) [0,2 kcal/(m.giờ.°C)].

2.4.2. Công nghệ chế tạo xunghizít

Người ta dùng nhiên liệu là xunghizít phiến thạch chúng là khoáng dạng đá có cấu trúc đặc. Khối lượng thể tích của khoáng 2,7- 2,9 g/m^3, độ cứng theo thang Moosa 3 - 5, cường độ chịu nén 180MPa.

Dưới đây là sơ đồ công nghệ (hình II.25).

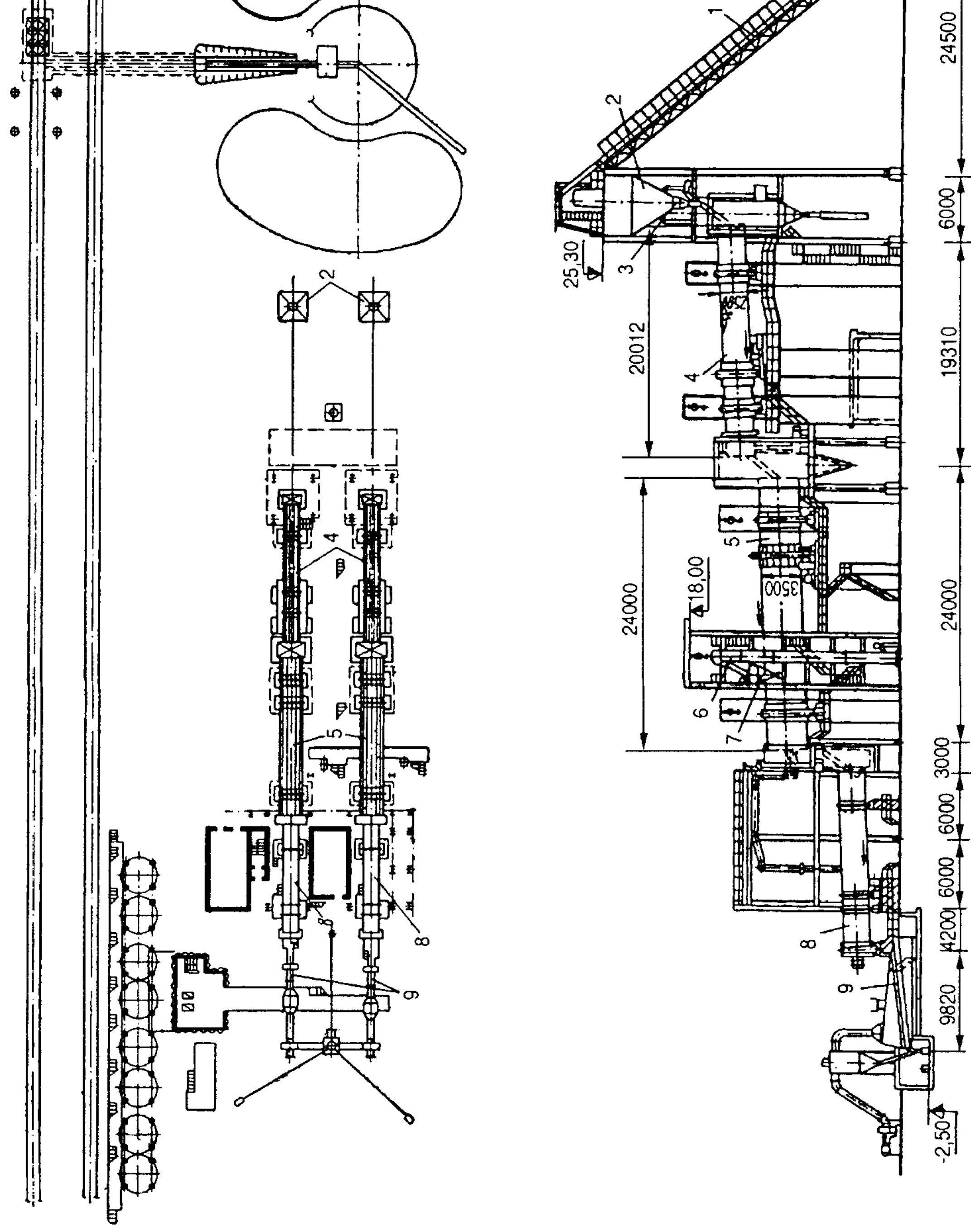


Hình II.25. Sơ đồ công nghệ sản xuất xunghizít

1- gầu nâng; 2- bunker phân phối nguyên liệu; 3- lò quay để gia công nhiệt sơ bộ; 4- lò quay để nung; 5- thiết bị làm nguội kiểu tang trống; 6- máng thông thoáng; 7- sàng phân loại; 8- kho xilô chứa sản phẩm.

Phiến thạch xunghizít đã được phân loại với độ lớn 5 - 8 và 8 - 15mm được đưa về kho nguyên liệu bằng đường sắt. Từ kho phiến thạch được đưa vào các bunker phân phối của phân xưởng gia công nhiệt và nung. Sức chứa của các bunker được tính cho 18 giờ làm việc của xưởng. Từ các bunker phân phối phiến thạch xunghizít được các cân tự động đưa vào lò quay 2,5×20m, được trang bị các bộ phận trao đổi nhiệt dạng hộc. Trong lò này phiến thạch được gia công nhiệt sơ bộ ở nhiệt độ 400°C. Thời gian vật liệu ở trong lò 20 phút. Sau đó, phiến thạch được đưa vào lò nung 3,5×24m ở đây, dưới nhiệt độ 1120 - 1150°C nó được nung và nở phồng, thời gian nung 12 - 15 phút. Nếu như nhiệt độ nung đã định giảm, thì khối lượng thể tích của vật liệu tăng đột ngột, còn khi tăng nhiệt độ thì xảy ra biến dạng và dính kết của các hạt đã nở phồng và tạo thành các cục kết khối. Cho nên để tránh sự tạo thành các cục liền khối, người ta cho vào vùng nung của lò bột, gồm sét chịu lửa, cát thạch anh và các vật liệu khác, từ 150 đến 750kg/giờ.

Vật liệu được nung xong, có nhiệt độ 850- 900°C, đi vào thiết bị làm nguội kiểu tang trống 2,2×16m, ở đây nó được làm nguội trong thời gian 20 phút đến nhiệt độ 570 - 580°C. Làm nguội từ từ vật liệu đảm bảo không có ứng suất nhiệt và chính bằng cách này làm tăng cường độ của xunghizít. Việc làm nguội tiếp theo xunghizít đến nhiệt độ 60 - 80°C được thực hiện trong máng thông thoáng rộng 200mm dài 10m. Sau khi nguội xunghizít được máy nâng gầu đưa vào sàng phân loại, vật liệu đã phân loại được đưa vào các xilô của kho sản phẩm.



***Hình II.26**. Mặt bằng và mặt cắt*
của xưởng sản xuất xunghizít công suất 200 nghìn m^3/năm: a) Mặt bằng; b) Mặt cắt;
1- gầu nâng; 2- bunker dự trữ nguyên liệu; 3- cân; 4- lò quay để gia công nhiệt sơ bộ; 2,5×20m;
5- lò quay để nung 3,5×24m; 6- máy nâng gầu để cấp vật liệu chống dính; 7- bunker chứa vật liệu chống
8- thiết bị làm nguội 2,2×16m; 9- máng thông thoáng.

Các cỡ hạt 0 - 5mm và 20 - 40mm được bảo quản riêng biệt trong một xilô, còn các cỡ hạt 5 - 10, và 10- 20mm trong ba xilô.

Mặt bằng và mặt cắt của xưởng được thể hiện trên hình II.26, còn danh mục và đặc

Bảng II.18. Thiết bị công nghệ cơ bản của xưởng sản xuất xunghizít công suất 200 nghìn m^3/năm

Thiết bị	Số lượng	Khối lượng của một đơn vị, T	Đặc tính kỹ thuật
Cân khối lượng tự động	2	0,45	Động cơ điện 0,6 kW
Lò quay:	2	66,212 (không có lớp ốp)	Đường kính 2,5m, dài 20m.
để đốt nóng sơ bộ			Động cơ điện 12, 17, 20, 25 kW.
để nung	2	164,760 (không có lớp ốp)	Đường kính 3,5m, dài 24m. Động cơ điện bốn tốc độ 24; 37,5; 55; 75kW.
Thiết bị làm nguội dạng tang trống	2	37,89	Đường kính 2,2m, dài 16m
Máy nâng gầu	2	2,006	Cao 14830mm Động cơ điện 2,8kW.

2.5. SỎI TRO

Sỏi tro là vật liệu rỗng nhân tạo, có được bằng cách nung với nở phồng các viên nguyên liệu tro trong các lò quay ngắn cùng dòng.

2.5.1. Các tính chất của sỏi tro

Sỏi tro là các viên dạng tròn với kích thước từ 5 đến 40mm. Bề mặt của các viên nóng chảy có mầu nâu hay ánh thép, còn ở trong mặt vỡ có cấu trúc rỗng hay cấu trúc dạng hạt.

Theo khối lượng thể tích đổ đống sỏi tro được phân thành các mác từ 350 đến 800. Cường độ của sỏi tro khi ép trong xilanh mác từ 350 đến 500 phải tương ứng không dưới 1 và 4 MPa và mác từ 500 đến 800 không dưới 4 và 10 MPa. Mất khi nung của sỏi tro không được quá 5%.

Sỏi tro được dùng để chế tạo bêtông nhẹ kết cấu - cách nhiệt. Trên cơ sở của vật liệu này người ta chế tạo các tấm panel tường ngoài mác 50 - 100 với khối lượng thể tích 1000 - 1100kg/m^3.

2.5.2. Công nghệ chế tạo sỏi tro

Nguyên liệu chính để chế tạo sỏi tro là tro của các nhà máy nhiệt điện, phụ gia kết dính và tăng dẻo là phụ gia tăng dẻo và sét. Tro được dùng nhiều là tro đổ đống được thải vào trong nước. Đối với tro được dùng để chế tạo sỏi tro có những yêu cầu sau đây: hàm lượng nhiên liệu chưa cháy không lớn hơn 6%, Fe_2O_3 không dưới 7%, CaO + MgO không quá 8%. Nếu trong tro có trên 6% nhiên liệu chưa cháy, thì người ta đốt cháy sơ bộ hay cho thêm vào nó sét dễ chảy.

Sét, được dùng là phụ gia cho tro, phải thỏa mãn những yêu cầu sau đây: độ chịu lửa không quá 1320°C, tỷ lệ $(SiO_2 + Al_2O_3)/(Fe_2O_3 + RO + R_2O)$ trong giới hạn từ 3,5 đến 10, số độ dẻo không dưới 7.

Quá trình chế tạo sỏi tro gồm các công đoạn sau. Tro từ các bãi của nhà máy nhiệt điện đưa về kho của xưởng, từ đây nó được gầu ngoạm đưa vào các bunker tiếp nhận rồi đưa vào thùng sấy. Nếu như tro có hàm lượng nhiên liệu cháy chưa cháy trên 6%, người ta cho nó vào lò đốt. Sau đó tro đi qua thiết bị làm nguội và đi vào máy nghiền bi. Tro đã nghiền phải có độ nghiền mịn, lọt qua sàng 0,063 không dưới 7% của vật liệu. Từ máy nghiền tro đi vào máy tạo viên. Quá trình tạo viên được tiến hành trong máy tạo viên dạng đĩa đường kính 3m. Các viên phối liệu tro được đưa vào lò sấy thùng quay để gia công nhiệt sơ bộ. Bán thành phẩm được sấy bằng khí lò với nhiệt độ đến 300°C.

Các viên đã sấy được đưa vào lò nung cùng chiều. Trong lò dài 20m và đường kính 2,5mm bán thành phẩm được nung và tạo rỗng ở nhiệt độ 1150 - 1250°C. Từ đây các viên sỏi đã nung được đưa vào thiết bị làm nguội và sau khi làm nguội chúng được sàng phân loại thành các cỡ hạt.

Phần III

BÊTÔNG NHẸ DÙNG CỐT LIỆU RỖNG

Chương 1

PHÂN LOẠI BÊTÔNG NHẸ VÀ CÁC TÍNH CHẤT CĂN BẢN CỦA CHÚNG

Bêtông nhẹ dùng cốt liệu rỗng - đó là một trong các chủng loại của các bêtông nhẹ, được dùng nhiều trong thực tế xây dựng. Căn cứ vào phạm vi sử dụng các loại bêtông nhẹ được chia ra thành ba nhóm:

1. Cách nhiệt, đối với chúng yếu tố quyết định là độ dẫn nhiệt và khối lượng thể tích;

2. Kết cấu - cách nhiệt, nó phải có tỷ lệ xác định của cường độ và khối lượng thể tích, cũng như độ dẫn nhiệt nhất định;

3. Kết cấu, đối với chúng yếu tố quyết định là cường độ.

Bảng III.1. Những yêu cầu cơ bản đối với bêtông nhẹ công dụng khác nhau

Bêtông	Khối lượng thể tích ở trạng thái khô, kg/m^3	Mác	Độ chống băng giá, chu kỳ	Độ dẫn nhiệt W/(m.K) [kcal/(m.h. °C) không quá
Cách nhiệt	500 - 700	5; 10; 15; 25	Không tiêu chuẩn	0,174 (0,15)
Kết cấu - cách nhiệt	800 - 1400	35; 50; 75; 100	10; 15; 25; 35	0,58 (0,5)
Kết cấu	1400 - 1800	50; 75; 100; 150; 200; 250; 300	15; 25; 35; 50	Không tiêu chuẩn hóa

Những yêu cầu cơ bản đối với các loại bêtông nhẹ công dụng khác nhau được ghi trong bảng III.1.

Bêtông nhẹ cốt liệu rỗng cũng còn được phân loại theo cấu trúc của chúng:

1. Bêtông nhẹ thường hay đặc, trong chúng các lỗ rỗng giữa cốt liệu được lấp đầy bằng vữa:

2. Ít cát - các lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn chỉ được lấp đầy từng phần bằng vữa;

3. Không có cát (lỗ rỗng lớn), theo nguyên tắc, được chế tạo chỉ dùng cốt liệu rỗng lớn với lượng dùng chất kết dính không quá 300kg/m^3;

4. Được tạo rỗng, khi chế tạo chúng người ta cho vào hỗn hợp bêtông các chất tạo rỗng - chất tạo bọt hay chất tạo khí và phụ gia kéo khí.

Trong bêtông vừa mới đổ khuôn cấu trúc đặc thể tích của các lỗ rỗng giữa các hạt không vượt quá 3%, trong bêtông ít cát và tạo rỗng 25%, trong bêtông lỗ rỗng lớn 40%. Bêtông nhẹ dùng cốt liệu rỗng được đặc trưng bởi mác theo cường độ chịu nén, kéo dọc trục, kéo khi uốn và độ chống băng giá. Trong những trường hợp riêng biệt đối với bêtông nhẹ còn có yêu cầu về độ chịu nhiệt, độ chống ăn mòn và tương tự.

Theo cường độ chịu nén bêtông nhẹ có các mác sau đây: 5, 10, 15, 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 250 và 300. Trong thời gian gần đây người ta đã bắt đầu chế tạo bêtông nhẹ cường độ cao mác 350, 400 và 500, còn trong một số trường hợp đến 600. Đối với bêtông không có cát (lỗ rỗng lớn) người ta quy định các mác 15, 25, 35, 50, 75 và 100. Theo cường độ chịu kéo dọc trục (đúng tâm) bêtông nhẹ mác 100 và hơn nữa được phân chia thành các mác tương ứng K11, K15, K18, K20, K23, K27, và K31. Theo cường độ chịu kéo khi uốn bêtông nhẹ các mác 100 - 600 được chia thành các mác tương ứng 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 và 50.

Sự khác biệt giữa bêtông nhẹ dùng cốt liệu rỗng và bêtông nặng thường, về căn bản liên quan với những đặc điểm của cốt liệu rỗng. Cốt liệu rỗng có khối lượng thể tích không lớn và cường độ tương đối nhỏ, trong thực tế cường độ này thường nhỏ hơn mác của bêtông. Ngoài ra, phần lớn trong chúng có bề mặt phát triển mạnh và hình dạng không đều đặn. Những đặc điểm này ảnh hưởng đến các tính chất của hỗn hợp bêtông nhẹ và bêtông nhẹ. Các hỗn hợp bêtông nhẹ có độ lưu động nhỏ, cho nên yêu cầu phải có các phương pháp lèn chặt hiệu quả.

Ngoài cấu trúc của cốt liệu còn ảnh hưởng đến các tính chất của các hỗn hợp bêtông nhẹ và của chính các bêtông nhẹ là quá trình được gọi là tự chân không hóa - cốt liệu hút nước của hồ xi măng ở vùng tiếp xúc của chúng. Do bề mặt phát triển mạnh của cốt liệu rỗng, mà độ dính kết của chúng với đá xi măng tăng, hệ quả là tăng độ chống băng giá của bêtông. Cùng với nó, bề mặt phát triển và hình dạng không đều đặn của dăm và cát rỗng làm tăng thể tích của các lỗ rỗng giữa các hạt. Để lấp đầy chúng yêu cầu lượng hồ xi măng lớn hơn, so với khi dùng đá dăm nặng thường khoảng 1,5 - 2 lần. Vì chính những tính chất đặc thù ấy của cốt liệu rỗng và của các hỗn hợp bêtông nhẹ , mà không có sự phụ thuộc trực tiếp của cường độ bêtông nhẹ vào tỷ lệ nước trên xi măng, như đã biết, nó là một trong những quy luật cơ bản của bêtông nặng.

Khi thiết kế cấp phối của bêtông nặng với cường độ xác định không có bất kỳ yêu cầu nào đối với khối lượng thể tích của nó. Còn đối với bêtông nhẹ, không phụ thuộc vào công dụng của nó, lúc nào cũng mong muốn có được bêtông với khối lượng thể tích nhỏ nhất.

Để có được bêtông nhẹ có công dụng, chức năng nhất định, cũng như để điều chỉnh được các tính chất của bêtông trong các giới hạn của một trong ba nhóm, người ta dùng cốt liệu có phẩm chất xác định, đặc biệt là lựa chọn cẩn thận cấp phối hạt của cốt liệu, làm thay đổi cấu trúc của bêtông, tạo rống cho thành phần vữa của bêtông, v.v...

Bêtông nhẹ dùng cốt liệu rỗng có độ chống băng giá và độ chống nứt lớn, độ ẩm khai thác độ từ biến nhỏ so với các loại bêtông xốp.

Yếu tố căn bản xác định tất cả các tính chất của bêtông nhẹ đó là phẩm chất của cốt liệu rỗng.

Kinh nghiệm cho thấy rằng, trên cơ sở của các loại cốt liệu rỗng, theo nguyên tắc, có thể chế tạo được bêtông nhẹ kết cấu - cách nhiệt và kết cấu, còn khi dùng các chủng loại nhẹ hơn - cũng được bêtông nhẹ cách nhiệt.

Bêtông nhẹ cốt liệu rỗng được sử dụng rất rộng rãi trong các lĩnh vực của thực tế xây dựng.

- Trong xây dựng nhà ở và dân dụng từ bêtông nhẹ người ta đã chế tạo nhiều cấu kiện lắp ghép kích thước lớn khác nhau của các tòa nhà và công trình: các panel tường ngoài và tường ngăn, dầm, dầm mang sàn, chiếu nghỉ và cầu thang v.v... Các kết cấu từ bêtông nhẹ được chế tạo với cốt thép thường, cũng như đối với cốt thép dự ứng lực.

- Đối với xây dựng cầu đường từ bêtông nhẹ người ta chế tạo các dầm, dàn cho cầu, các tấm lát mặt cầu, v.v...

- Trong xây dựng các công trình thủy, người ta dùng bêtông nhẹ để chế tạo tầu, thuyền.

Ở Nga, trong những năm gần đây người ta đã chế tạo 25 triệu m^3 cấu kiện và kết cấu từ bêtông nhẹ; bêtông nhẹ được dùng nhiều trong các kết cấu bao che. Chúng chiếm trên 55% tường ngòai của các tòa nhà lắp ghép tấm lớn và gần 95% tường của các nhà khung. Khối lượng sử dụng các cấu kiện và kết cấu từ bêtông nhẹ, ở Nga hiện nay khoảng 1 - 1,5 triệu m^3, trong tương lai nó sẽ tăng lên đến 2 - 3 triệu m^3.

1.1. VẬT LIỆU ĐỂ CHẾ TẠO BÊTÔNG NHẸ

1.1.1. Cốt liệu rỗng

Để chế tạo bêtông nhẹ người ta thường dùng cốt liệu rỗng tự nhiên (đá bọt, đá san hô, tro và xỉ phún xuất, các khoáng silíc điôxýt khác nhau) và nhân tạo (kêrămzít, aglôporít, xỉ bọt, perlít nở phồng, v.v...)

1.1.2. Chất kết dính

Để chế tạo bêtông nhẹ cốt liệu rỗng người ta dùng nhiều loại ximăng khác nhau - ximăng poóclăng xỉ, ximăng tăng dẻo và ky nước, cũng như các chất kết dính địa phương với độ hoạt tính không dưới 20MPa. Dưới đây là các đặc tính cơ bản của chất kết dính, được dùng để chế tạo bêtông nhẹ:

Ximăng poóclăng. Để chế tạo bêtông nhẹ có thể dùng ximăng poóclăng PC-20, PC-30, PC-40, PC-50 và PC-60. Ximăng phải thỏa mãn các yêu cầu của QPNN 10178-92. Tỷ diện tích bề mặt phải ở trong khoảng 2500 - 3000cm^2/g. Trong bêtông nhẹ nên dùng ximăng mác cao, bởi vì trong trường hợp đó có thể giảm được lượng dùng ximăng, và do đó giảm được khối lượng thể tích của bêtông.

Ximăng rắn nhanh. Sử dụng chúng trong bêtông nhẹ cũng cho phép giảm lượng dùng ximăng. Ngoài ra, còn cho khả năng rút ngắn thời gian bảo dưỡng cấu kiện đi 1,5 - 2 lần. Mác của ximăng rắn nhanh được xác định theo cường độ của các mẫu từ vữa cấp phối 1:3 ở tuổi 3 ngày. Tỷ diện tích bề mặt của ximăng rắn nhanh khoảng 3500 - 5000cm^2/g

Cũng có thể làm cho ximăng thường trở thành ximăng rắn nhanh bằng cách nghiền thêm. Khi chế tạo bêtông nhẹ hiệu quả hơn cả là nghiền ướt ximăng trong các máy nghiền chấn động. Để thúc đẩy quá trình cứng rắn của ximăng khi nghiền người ta cho thêm một lượng không lớn thạch cao và canxi clorua.

Ximăng poóclăng puzơlan. Công nghiệp ximăng của ta sản xuất được ximăng puzơlan các mác PCB-20, PCB-30, PCB-40 và PCB-50. Nó được dùng nhiều hơn cả cho các cấu kiện, được khai thác trong nước ngầm, cũng như trong nước biển. Hỗn hợp bêtông nhẹ, được chế tạo bằng ximăng poóclăng puzơlan, ít phân tầng hơn, bởi vì ximăng này có khả năng giữ nước lớn. Sự cứng rắn của các ximăng này xảy ra mạnh hơn cả ở nhiệt độ 90°C, vì vậy không nên sử dụng chúng cho các cấu kiện, cứng rắn trong điều kiện thường và ở nhiệt độ tương đối thấp (khoảng 70°C).

Ximăng poóclăng xỉ. Ximăng này nên dùng để chế tạo các cấu kiện, được cứng rắn trong các bể dưỡng hộ và dùng cho các trường hợp khai thác trong các môi trường xâm thực.

Để chế tạo bêtông nhẹ hiệu quả hơn cả là dùng ximăng kỵ nước, bởi vì trong trường hợp này tăng được độ lưu động của hỗn hợp, cường độ của bêtông và độ chống thấm của nó. Khi chế tạo các cấu kiện bêtông nhẹ nên cho thêm vào hỗn hợp bêtông nhiều hơn phụ gia kỵ nước, so với hỗn hợp bêtông thường dùng cốt liệu đặc chắc. Thí dụ, khi dùng ximăng kỵ nước có thể cho thêm vào hỗn hợp 0,25 - 0,3% xà phòng nhựa thông, còn ximăng poóclăng - đến 5% theo khối lượng của ximăng.

Cần phải biết rằng, khi cho phụ gia hoạt tính bề mặt vào ximăng cường độ của bêtông ở những thời kỳ ban đầu tăng chậm hơn, hiệu quả của bêtông ở những thời kỳ ban đầu tăng chậm hơn, còn hiệu quả của gia công nhiệt ẩm giảm đi chút ít.

1.1.3. Các chất kết dính địa phương

Mác 20, 25 và 30 được dùng khi chế tạo bêtông nhẹ mác thấp dùng dăm rỗng lớn (loại aglôporít). Để đạt mục đích đó người ta sử dụng chất kết dính xỉ - vôi, puzơlan - vôi, vôi- cát, và các chủng loại chất kết dính địa phương khác mác không dưới 20.

Nếu như các cấu kiện bêtông nhẹ được chế tạo có sử dụng gia công nhiệt ẩm trong áp tôclap, thì người ta dùng các loại chất kết dính vôi - cát, vôi - nhôm ôxýt - silíc ôxýt, chất kết dính vôi - xỉ, tro - xỉ (vôi - cát, vôi - aglôporít, v.v...).

Nếu như có được bêtông với cường độ đã định khi lượng dùng ximăng nhỏ hơn tiêu chuẩn đã quy định, khi đó cho thêm vào hỗn hợp bêtông phụ gia nghiền mịn. Phụ gia nghiền mịn thường được dùng: Các loại xỉ lò cao nghiền nhỏ, bột của lò cao, điatô mít, trêpel, tro phún xuất, tro núi lửa, đá bọt, sét nung, xỉ nhiên liệu, tro, phế thải do đập cốt liệu rỗng.

Xỉ và tro nhiên liệu là phụ gia không được có lượng mất khi nung lớn hơn 10%; hàm lượng SiO_2 không được vượt quá 3%. Yêu cầu đối với hàm lượng SO_3 cũng như đối với các phụ gia khác, được dùng trong bêtông nhẹ.

Hỗn hợp của ximăng với bột lò cao phải chịu được thí nghiệm về sự ổn định thể tích theo yêu cầu của QPNN.

Phụ gia cho vào hỗn hợp bêtông nhẹ, phải có độ nghiền nhỏ, tương ứng với lượng sót trên sàng N^0 008 là 10%.

1.2. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ RIÊNG BIỆT ĐẾN CÁC TÍNH CHẤT CỦA BÊTÔNG NHẸ

Phẩm chất của bêtông nhẹ và hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của việc sử dụng chúng được xác định bằng cách kết hợp hợp lý khối lượng thể tích và cường độ của chúng. Kích thước và khối lượng của kết cấu phụ thuộc vào hai chỉ số này. Tăng kích thước và khối lượng của cấu kiện, như đã biết, là các yếu tố quan trọng hơn của của sự tăng tốc độ của công tác thi công lắp ghép và giảm giá thành của công trình.

Khối lượng thể tích, cường độ và các tính chất khác của bêtông nhẹ phụ thuộc vào loại cốt liệu được dùng và hàng loạt các yếu tố khác, quan trọng nhất trong chúng là: cấp phối hạt của cốt liệu, lượng dùng chất kết dính và nước, phương pháp lèn chặt hỗn hợp bêtông.

1.2.1. Ảnh hưởng của cốt liệu

Như đã chỉ ra ở trên, phẩm chất của cốt liệu rỗng là chỉ số đầu tiên, mà theo nó có thể đánh giá trước được, là chủng loại nào của bêtông nhẹ có thể thu được khi sử dụng cốt liệu đã biết. Liên quan với điều đó để chế tạo bêtông nhẹ với công dụng đã định nên dùng cốt liệu rỗng với các chỉ số xác định của khối lượng thể tích.

Có thể đánh giá sự hữu dụng của cốt liệu này hay kia để chế tạo bêtông nhẹ với khối lượng thể tích đã định có thể sử dụng các số liệu của bảng II.2 và II.3. Cùng với điều đó phải nhớ rằng, sự phụ thuộc trực tiếp giữa khối lượng thể tích của cốt liệu rỗng và của

bêtông nhẹ không tồn tại, bởi vì khối lượng của bêtông nhẹ, như đã chỉ ra ở trên, phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố. Đặc tính bề mặt và hình dạng của các hạt cốt liệu rỗng và độ lớn của nó cũng ảnh hưởng đến khối lượng và cường độ của bêtông nhẹ.

Nếu có hai cốt liệu cấu trúc và cường độ khác nhau, nhưng cùng một khối lượng thể tích, thì khối lượng thể tích của bêtông sẽ càng nhỏ, khi hình dạng của nó càng đều đặn và bề mặt của nó càng phẳng nhẵn. Thí dụ, bêtông nhẹ mác 50 - 75, được chế tạo với việc dùng sỏi rỗng với khối lượng thể tích đổ đống 400 - 600kgm^3, có khối lượng thể tích 800 - 1000kg/m^3, còn với việc dùng dăm rỗng cũng với khối lượng thể tích đổ đống ấy thì có khối lượng thể tích 1000 - 1300kg/m^3.

Các hạt của cốt liệu rỗng có cỡ hạt khác nhau thì có các tính chất khác nhau. Thí dụ, các hạt của dăm rỗng kích thước 20 - 40mm thường có độ rỗng lớn và các vết nứt, làm giảm cường độ của chúng. Cho nên kích thước giới hạn của các hạt cốt liệu rỗng thường là 40mm, còn nếu để tăng cường độ của bêtông, thì độ lớn giới hạn của các hạt được giảm xuống đến 20 và 10mm, bởi vì các hạt cốt liệu rỗng càng nhỏ, thì cường độ của chúng càng cao. Cường độ của dăm và sỏi, được dùng để chế tạo bêtông nặng thường, thường cao hơn cường độ của chính bêtông. Còn cường độ của các hạt cốt liệu rỗng nhỏ hơn cường độ của bêtông nhẹ. Cần phải nhấn mạnh rằng, với cốt liệu rỗng đã định chỉ có thể có được bêtông nhẹ với cường độ cực đại xác định. Sự phá hoại của bêtông nhẹ cũng có đặc trưng khác với bêtông nặng. Bêtông bị phá hoại theo các cấu tử yếu nhất: bêtông nặng theo phần vữa, bêtông nhẹ theo cốt liệu rỗng lớn.

Như đã biết, khối lượng thể tích của bêtông nhẹ lớn hơn khối lượng của cốt liệu rỗng rất nhiều, cho nên người ta muốn giảm thể tích của bêtông bằng cách lựa chọn hợp lý cấp phối của nó. Người ta lựa chọn cấp phối của bêtông nhẹ, đặc biệt là của các chủng loại của nó, mà đối với chúng độ dẫn nhiệt có ý nghĩa lớn, bằng cách thế nào đó, để cho thể tích của bêtông được bão hòa cực đại cấu tử nhẹ hơn cả đó là cốt liệu rỗng.

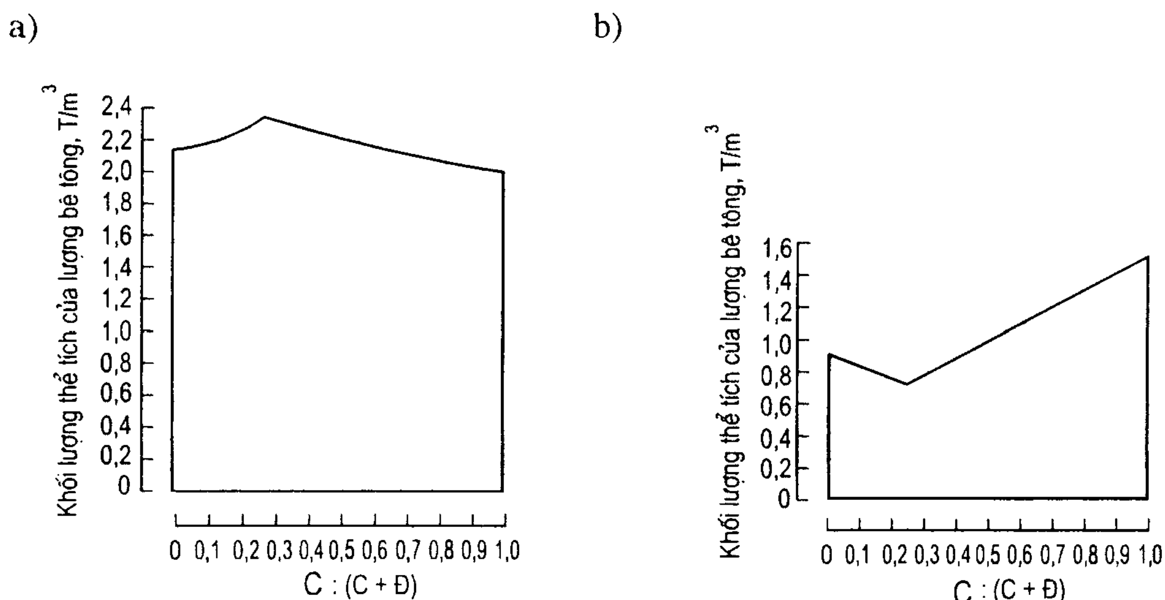
Cấp phối hạt của cốt liệu rỗng ảnh hưởng lớn đến tính chất của bêtông nhẹ. Bêtông lỗ rỗng lớn có khối lượng thể tích nhỏ hơn cả, nhưng chúng có cường độ nhỏ, cho nên bêtông lỗ rỗng lớn thường được dùng làm lớp cách nhiệt cho các panel tường nhiều lớp và để chế tạo các linh kiện cách nhiệt khác nhau.

Trong thực tế khi chế tạo các kết cấu bêtông nhẹ bao che và chịu lực người ta thường dùng bêtông nhẹ cấu trúc đặc. Các loại bêtông này có cường độ lớn và có thể đạt được khối lượng thể tích nhỏ nhất của chúng bằng cách lựa chọn hợp lý cấp phối hạt của cốt liệu rỗng.

Có thể có được khối lượng thể tích nhỏ nhất của bêtông nhẹ với cường độ đã định khi lượng dùng ximăng nhỏ nhất, bởi vì đá ximăng nặng hơn cốt liệu rỗng. Độ bão hòa thể tích của bêtông bởi cốt liệu rỗng đạt được lớn nhất khi lựa chọn đúng đắn tỷ lệ giữa các cỡ hạt lớn và nhỏ của cốt liệu rỗng.

Các công trình nghiên cứu đã khẳng định rằng, khối lượng thể tích của bêtông nhẹ đặc với cấp phối hạt tối ưu của cốt liệu chỉ vượt khối lượng thể tích của bêtông không có cát không nhiều. Với cốt liệu rỗng lớn, khối lượng thể tích của bêtông nhẹ đặc có thể bằng hay thậm chí nhỏ hơn khối lượng thể tích của bêtông ít cát, nghĩa là bêtông với độ rỗng giữa các hạt tăng.

Như vậy, vấn đề là ở chỗ, cùng với sự rút bớt phần cát từ hỗn hợp cốt liệu khối lượng thể tích của bêtông với cường độ đã định giảm đi tương ứng, nhưng điều đó lại không đúng khi sử dụng cốt liệu rỗng.



***Hình III.1**. Sự phụ thuộc của khối lượng thể tích của bêtông vào tỷ lệ giữa các cỡ hạt nhỏ và lớn của cốt liệu*

a) Dùng cốt liệu đặt chắc; b) Dùng cốt liệu rỗng

Trên hình III.1 Chỉ ra đặc trưng của sự thay đổi của khối lượng thể tích của bêtông với các tỷ lệ khác nhau giữa các cỡ hạt nhỏ N và lớn L của cốt liệu trong bêtông nặng và bêtông nhẹ (bêtông kêrămzít).

Trong bêtông nặng cực trị của hàm lượng cỡ hạt nhỏ tương ứng với cường độ lớn nhất của bêtông, cường độ này đạt được khi khối lượng thể tích lớn nhất. Theo mức độ tăng phần của các cỡ hạt nhỏ và của lượng dùng ximăng ngoài các giới hạn cực trị thì khối lượng thể tích của bêtông giảm.

Chúng ta thấy tình huống hoàn toàn khác trong bêtông nhẹ. Trong bêtông kêrămzít cực trị của hàm lượng của cỡ hạt nhỏ tương ứng với khối lượng thể tích nhỏ nhất của bêtông. Theo mức độ tăng của hàm lượng các cỡ hạt nhỏ của cốt liệu vượt quá cực trị thì khối lượng thể tích của bêtông tăng. Trong thực tế người ta dùng sự khác biệt về khối lượng thể tích của các cỡ hạt riêng biệt của cốt liệu rỗng để làm thay đổi khối lượng thể tích và cường độ của bêtông nhẹ do làm thay đổi cấp phối hạt của cốt liệu rỗng.

Cấp phối hạt của cốt liệu không những chỉ ảnh hưởng đến các tính chất của bêtông nhẹ cường độ, khối lượng thể tích, độ dẫn nhiệt, v.v... mà còn đến các tính chất của hỗn hợp bêtông nhẹ - sản lượng, tính công tác, sự phân tầng. Những yêu cầu đối với cấp phối hạt của cốt liệu phụ thuộc trước hết vào các yêu cầu đối với bêtông nhẹ, cũng như vào các tính chất của các cấu tử của hỗn hợp bêtông vào công nghệ của công tác bêtông và hàng loạt các yếu tố khác, cho nên đối với mỗi một trường hợp cụ thể cần phải xác định cấp phối hạt tối ưu bằng thực nghiệm. Điểm đặc biệt của bêtông nhẹ là ở chỗ, trong rất nhiều trường hợp nên dùng cấp phối hạt gián đoạn, nghĩa là người ta loại bỏ khỏi cốt liệu rỗng cỡ hạt lớn của cát. Nó cho khả năng giảm khối lượng thể tích của bêtông và tăng tính công tác của hỗn hợp bêtông.

Trên cơ sở của các công trình nghiên cứu rộng rãi trong lĩnh vực bêtông nhẹ dùng cốt liệu rỗng, được tiến hành trong những năm gần đây, đã đưa ra những cấp phối hạt ban đầu của cốt liệu rỗng dùng cho bêtông nhẹ công dụng khác nhau. Trong bảng III.2 cho các số liệu về hàm lượng thể tích của mỗi một cỡ hạt tính bằng % theo thể tích của hỗn hợp cốt liệu sáu cỡ hạt. Nếu dùng cốt liệu với số lượng các cỡ hạt nhỏ, thì người ta xác định hàm lượng của chúng bằng cách cộng các số liệu đó với các cỡ hạt trung gian.

Bảng III.2. Các cấp phối hạt khuyến cáo của hỗn hợp cốt liệu đã được phân loại đối với bêtông nhẹ dùng sỏi kêrămzít, % theo tổng thể tích của các phần tử riêng biệt.

Kích thước của các hạt cốt liệu	Bêtông cách nhiệt		Bêtông kết cấu - cách nhiệt			Bêtông kết cấu	
	Với độ lớn cực đại của các hạt, mm						
	20	40	10	20	40	10	20
Dưới 1,25	-	-	25	20	15	25	20
1,25 - 2,5	10	10	15	15	10	20	20
2,5 - 5	15	10	10	10	10	10	15
5 - 10	35	20	50	25	15	45	20
10 - 20	40	25	-	30	20	-	30
20 - 40	-	35	-	-	30	-	-

Ghi chú: Khi sử dụng dăm rỗng hàm lượng của các cỡ hạt cát người ta tăng lên 5- 7%, giảm hàm lượng của các cỡ hạt của cốt liệu lớn đi tương ứng.

1.2.2. Ảnh hưởng của chất lượng và lượng dùng chất kết dính

Có ý kiến cho rằng, để chế tạo bêtông nhẹ, chúng có cường độ tương đối thấp, nên dùng các chất kết dính mác thấp. Nhưng lý thuyết và thực tế sử dụng bêtông nhẹ đã thuyết phục chúng ta theo hướng ngược lại. Chúng ta đã biết rằng, cùng với sự tăng độ hoạt tính của ximăng thì cường độ của bêtông tăng. Nghĩa là nếu sử dụng ximăng hoạt tính cao, thì có thể giảm lượng dùng của nó mà không làm thay đổi cường độ của bêtông. Trong bêtông nhẹ đá ximăng là phần nặng hơn cả. Cùng với sự giảm lượng dùng của ximăng,

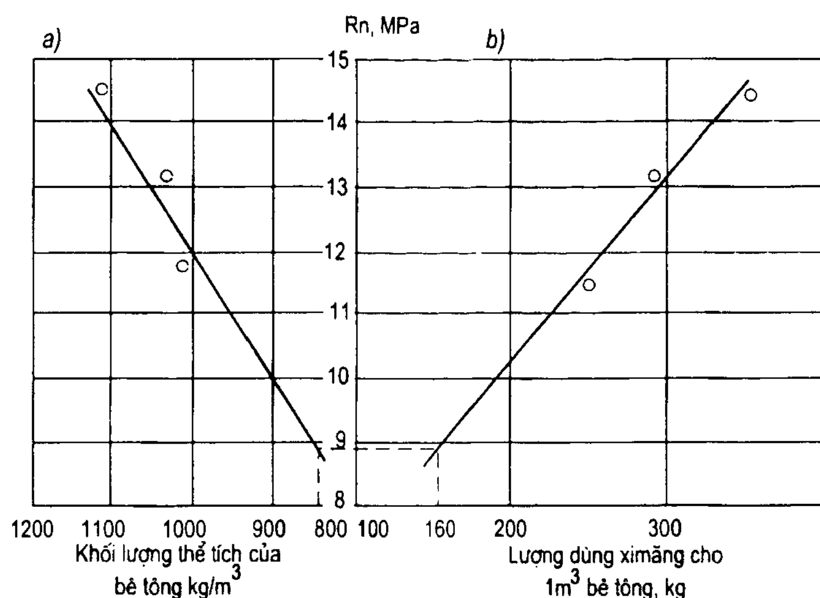
khối lượng thể tích của bêtông nhẹ giảm. Do đó, để làm giảm khối lượng thể tích của bêtông nhẹ mà không làm thay đổi cường độ của nó, tốt hơn nên dùng các chất kết dính mác cao. Hiệu quả hơn cả là dùng chất kết dính, mà độ hoạt tính của nó trong những điều kiện cứng rắn đã định cao hơn mác thiết kế của bêtông 4 - 6 lần. Chỉ khi chế tạo bêtông nhẹ mác thấp, thì tăng độ hoạt tính của ximăng không cho hiệu quả lớn.

Trong thực tế sản xuất bêtông kêrămzít đã khẳng định quan hệ sau đây của lượng dùng ximăng và của độ hoạt tính của nó:

Hoạt tính của ximăng	200	300	400	500	600
Hệ số lượng dùng	1,3	1,2	1	0,9	0,8

Thực tế cho thấy rằng, chính các hệ số này đúng đối với các loại khác của cốt liệu rỗng.

Khi trong các nhà máy cấu kiện bêtông nhẹ không có ximăng hoạt tính cao nên tổ chức hoạt tính hoá nó tại nơi cần dùng. Một trong các phương pháp hiệu quả hơn cả, đã được kiểm tra trong thực tế, là phương pháp nghiền ướt ximăng, người ta thực hiện nó trong các máy nghiền chấn động M - 200, M - 230, M - 1000 và trong các máy nghiền bi. Nghiền thêm ximăng bằng phương pháp ướt bên cạnh việc làm tăng độ hoạt tính của ximăng, nó còn cho khả năng có được hỗn hợp bêtông nhẹ với độ lưu động cao. Bêtông nhẹ trở thành bêtông cứng rắn nhanh: trong thời gian hai ngày đầu trong điều kiện không khí - khô cường độ của chúng đạt đến 70% mác thiết kế. Khi sử dụng ximăng nghiền thêm bằng phương pháp ướt có thể giảm bớt lượng dùng đi 30%, vẫn giữ nguyên tốc độ cứng rắn, cường độ và các tính chất biến dạng cũng như ở bêtông dùng ximăng ban đầu không nghiền thêm.



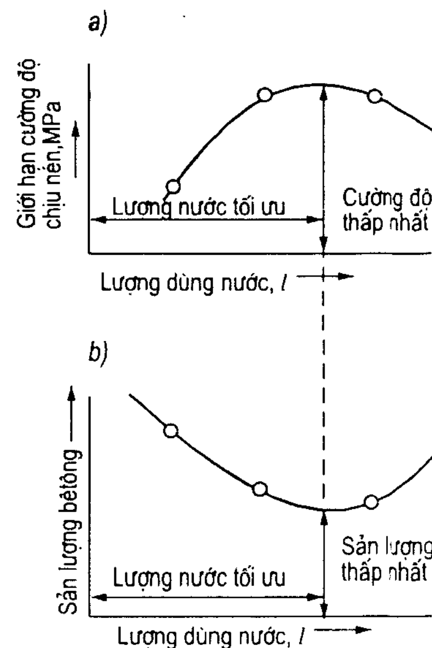
Hình III.2. *Đặc trưng của sự phụ thuộc của khối lượng thể tích của bêtông nhẹ vào lượng dùng của ximăng.*

a) Sự phụ thuộc của khối lượng thể tích của bêtông vào cường độ của nó;
b) Sự phụ thuộc của cường độ vào lượng dùng ximăng.

Đặc điểm khác biệt của bêtông nhẹ là cường độ của chúng trong khoảng xác định [(ví dụ, dưới 15MPa (150kg/cm^2)] không những chỉ phụ thuộc vào chất lượng của đá ximăng, mà còn vào khối lượng của nó. Cùng với sự tăng của lượng dùng ximăng, cường độ và khối lượng thể tích của bêtông cũng tăng. Nó liên quan đến một điều là, khi tăng khối lượng của hồ ximăng hỗn hợp bêtông nhẹ được lèn chặt tốt hơn, trong 1m^3 bêtông không những chỉ tăng hàm lượng của đá ximăng, mà còn tăng hàm lượng của cốt liệu rỗng. Đặc trưng của sự thay đổi của cường độ và khối lượng thể tích của bêtông nhẹ phụ thuộc vào lượng dùng của ximăng được mô tả trên hình III.2.

1.2.3. Ảnh hưởng của lượng dùng nước và phẩm chất lèn chặt

Lượng dùng nước là một trong các yếu tố sản xuất có ảnh hưởng quyết định đến cường độ của bêtông nhẹ. Đường cong quan hệ của cường độ bêtông với lượng dùng nước (hình III.3) có hai nhánh và cực trị được thể hiện rõ ràng. Đặc trưng như thế của đường cong chứng tỏ rằng, theo mức độ tăng của lượng dùng nước đến cực trị cường độ của bêtông tăng. Điều đó liên quan với sự tăng trưởng khối lượng hồ ximăng, nghĩa là với sự tăng độ đặc của hỗn hợp bêtông khi đổ khuôn.



Hình III.3. Sự phụ thuộc của cường độ (a) và sản lượng (b) của bêtông nhẹ vào lượng dùng nước.

Cực trị trên đường cong tương ứng với lượng dùng nước, với nó bêtông của cấp phối đã cho với các thông số đã định của lèn chặt có cường độ cao nhất. Nhánh thứ nhất của đường cong tương ứng với nước dư trong hỗn hợp bêtông, dẫn đến giảm độ đặc của đá ximăng, độ đặc và cường độ của bêtông.

Do đó, đối với bêtông nhẹ phải tìm lượng dùng nước tối ưu, trong những điều kiện như nhau lượng nước này tương ứng với cường độ cực đại của bêtông. Người ta có thể xác định sơ bộ lượng dùng nước này theo khối lượng thể tích lớn nhất của hỗn hợp bêtông đã được lèn chặt hay sản lượng nhỏ nhất của bêtông. Cần phải nhấn mạnh rằng trong bêtông nhẹ một lượng nước dư nào đó ít hại hơn là thiếu nó. Khác với bêtông nặng thiếu nước trong hỗn hợp bêtông nhẹ có thể dẫn đến sự giảm đột ngột của cường độ bêtông do hỗn hợp bêtông đổ khuôn ít đặc chắc hơn.

Đối với bêtông cấp phối đã định tương ứng với lượng dùng nước tối ưu là tính công tác chấn động tốt nhất với những thông số lèn chặt đã chọn. Dấu hiệu vật lý của nó là sự phân bố chặt chẽ nhất của các thành phần của bêtông.

Khuynh hướng xếp đặt cốt liệu đặc xít đến mức tối đa và bão hòa thể tích của bêtông đến mức giới hạn có thể bằng cốt liệu rỗng được giải thích như sau: có được bêtông nhẹ nhất với cường độ đã định khi lượng dùng chất kết dính nhỏ nhất và các hạt cốt liệu rỗng xích lại gần nhau nhất, nghĩa là với mức độ lèn chặt giới hạn của hỗn hợp bêtông. Để đạt được điều đó người ta lèn chặt các hỗn hợp bêtông nhẹ bằng chấn động, trong rất nhiều trường hợp người ta dùng gia trọng phân bố đồng đều trên bề mặt của hỗn hợp bêtông nhẹ được tạo hình, rung ép, rung dập và các phương pháp lèn chặt khác. Phụ thuộc vào tính công tác của hỗn hợp bêtông người ta lựa chọn các thông số của lèn chặt chấn động - gia trọng trên bề mặt của hỗn hợp được tạo hình, tần số và biên độ dao động, thời gian tác động của chấn động.

Đã khẳng định được rằng, biên độ dao động của khung của bàn rung, của các lõi rung hay của các bộ phận làm việc khác của các máy chấn động khi lèn chặt các hỗn hợp bêtông nhẹ phải là 0,35 - 0,75mm với tần số dao động 1500 - 3000vòng/ phút. Hiệu quả hơn đối với các hỗn hợp này là chấn động cao tần. Khi lèn chặt hỗn hợp bêtông nhẹ rất khô (cứng) nên dùng chấn động hai tần (3000 và 6000 vòng/phút) với gia tải chấn động.

Trong bảng III.3. ghi các chế độ khuyến cáo của lèn chặt chấn động cho các hỗn hợp bêtông nhẹ phụ thuộc vào độ lưu động của chúng.

Bảng III.3. Các chế độ khuyến cáo của lèn chặt chấn động cho các hỗn hợp bêtông nhẹ trên các bàn rung

Hỗn hợp	Tính công tác của hỗn hợp bêtông nhẹ	Chế độ chấn động		Thời gian chấn động, s
		Biên độ dao động, mm	Tần số dao động, vòng/phút	
Kết cấu - cách nhiệt	Độ sụt của côn tiêu chuẩn, cm:			
	Trên 3	0,3	300	40 - 60
	Dưới 3	0,25 - 0,5	6000 - 3000	40 - 60
	Độ cứng, s:			
	10 - 30	0,25 - 0,5	6000 - 3000	60 - 70
	30 - 60	0,25 - 0,5	6000 - 3000	70 - 90
Kết cấu	Độ sụt của côn tiêu chuẩn, cm:			
	2 - 6	0,25 - 0,5	6000 - 3000	60 - 70
	Độ cứng, s:			
	10- 30	0,25 - 0,5	6000 - 3000	70 - 90
	30 - 60	0,25 - 0,6	6000 - 3000	90 - 120
	60 - 90	0,25 - 0,75	6000 - 3000	120 - 150

Giá trị của gia trọng (gia tải) lên bề mặt của cấu kiện được tạo hình phụ thuộc vào tính công tác của hỗn hợp: tính công tác càng nhỏ, thì gia tải phải lấy càng lớn.

Cần phải nhấn mạnh rằng, độ lưu động (tính công tác chấn động) của các hỗn hợp bêtông nhẹ phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố - chất lượng và lượng dùng của chất kết dính, loại và cấp phối hạt của cốt liệu rỗng (nói riêng, vào hàm lượng của cát rỗng), vào lượng dùng nước v.v... Người ta thường đánh giá độ lưu động của các hỗn hợp bêtông nhẹ bằng cách thí nghiệm.

Khi chế tạo các hỗn hợp bêtông nhẹ để chế tạo bêtông cách nhiệt và kết cấu - cách nhiệt, mà cho thêm phụ gia hoạt tính bề mặt - như xà phòng, asiđôl, các chất lỏng silicát hữu cơ v.v... có ảnh hưởng tốt đến độ lưu động của hỗn hợp bêtông, chúng làm tăng độ chảy của hồ ximăng, và do đó làm tăng độ lưu động của hỗn hợp bêtông. Trong trường hợp này trong hỗn hợp bêtông nhẹ càng ít ximăng và cát rỗng, thì hiệu quả sử dụng các phụ gia ấy càng cao. Nếu cho các phụ gia ấy vào mà vẫn giữ được độ lưu động của hỗn hợp ban đầu của hỗn hợp, thì có thể tiết kiệm được 15 - 20% ximăng.

Khi chế tạo các hỗn hợp bêtông nhẹ cho bêtông kết cấu, mà trong hỗn hợp nhiều ximăng và cát, thì tác dụng của các phụ gia kỵ nước không có ảnh hưởng gì, cho nên trong trường hợp này không cần phải cho phụ gia hoạt tính bề mặt.

1.3. LỰA CHỌN CẤP PHỐI CỦA BÊTÔNG NHẸ

Thực chất của việc tính toán cấp phối của hỗn hợp bêtông là ở chỗ, từ các vật liệu hiện có có thể chế tạo được bêtông với các tính chất đã định và với lượng dùng của các vật liệu thành phần nhỏ nhất.

So với việc lựa chọn cấp phối của bêtông nặng bài toán của việc lựa chọn cấp phối của bêtông nhẹ phức tạp hơn, bởi vì trong trường hợp này ngoài việc xác định cường độ còn phải đảm bảo khối lượng đã định của bêtông. Khi thiết kế cấp phối của bêtông nhẹ phải làm sao giảm được khối lượng thể tích của nó, để cải thiện các tính chất nhiệt kỹ thuật của bêtông, cũng như giảm khối lượng của kết cấu. Khi thiết kế cấp phối của bêtông nặng, thường người ta tính toán theo các bảng đặc biệt hay theo các đồ thị tỷ lệ giữa dăm (sỏi) và cát, lượng dùng ximăng yêu cầu và N/X, chúng cho phép có được hỗn hợp bêtông với tính công tác chấn động đã định kinh tế nhất, và bêtông với cường độ yêu cầu.

Còn trong bêtông nhẹ không thể xác định bằng cách tính toán tỷ lệ N/X thực và tính công tác chấn động yêu cầu. Điều đó liên quan là, cốt liệu rỗng có bề mặt phát triển mạnh, có độ hút nước cao và hút một lượng nước không xác định từ hồ ximăng trong thời kỳ trộn và đổ khuôn của hỗn hợp bêtông. Nội ma sát giữa các phần tử của hỗn hợp bêtông, được gây nên bởi đặc tính bề mặt của cốt liệu rỗng, cản trở sự tự lèn chặt của hỗn hợp bêtông nhẹ.

Tất cả những điều đó dẫn đến một điều là, người ta chỉ lựa chọn cấp phối của bêtông nhẹ bằng thực nghiệm, sau khi chế tạo các mẻ trộn thử và xác định quan hệ giữa cường độ của bêtông và lượng dùng của ximăng khi vẫn giữ nguyên khối lượng thể tích. Khi

đúc các mẫu từ các mẻ trộn thử người ta xác định lượng dùng thực tế của các vật liệu cho $1m^3$ bêtông đã được lèn chặt, còn sau khi thí nghiệm các mẫu kiểm tra người ta lựa chọn cấp phối, với nó hỗn hợp bêtông có tính công tác tốt nhất, còn bêtông đạt được cường độ và khối lượng thể tích đã định với lượng dùng ximăng nhỏ nhất.

Để lựa chọn cấp phối ban đầu của bêtông nhẹ khi chế tạo các mẻ trộn thử người ta đã đưa ra nhiều phương pháp - theo các công thức, đồ thị hay bảng thực nghiệm. Dưới đây chúng ta xem xét một trong các phương pháp lựa chọn cấp phối của bêtông nhẹ dùng cốt liệu rỗng đơn giản hơn cả.

Khi lựa chọn cấp phối bêtông, người ta cho trước: những yêu cầu đối với bêtông, mác thiết kế và khối lượng thể tích cho phép lớn nhất, đặc tính của các vật liệu ban đầu - loại mác của ximăng, loại cốt liệu lớn, khối lượng thể tích đổ đống của nó, cấp phối hạt; cũng chỉ rõ độ cứng hay độ lưu động của hỗn hợp bêtông và điều kiện lèn chặt của nó. Trên cơ sở của các đặc tính theo chứng chỉ kỹ thuật của các vật liệu ban đầu hay của các kết quả thí nghiệm trực tiếp chúng tại chỗ, người ta xác định tính hữu dụng của các vật liệu ấy để chế tạo bêtông nhẹ với các đặc tính đã định. Có thể đánh giá về tính hữu dụng của ximăng theo các số liệu, được ghi trong bảng III.4.

Bảng III.4. Mác ximăng khuyến cáo tối thiểu để chế tạo bêtông nhẹ

Điều kiện cứng rắn của bêtông	Mác của bêtông			
	50 - 75	100 - 150	200 - 300	400 - 500
Trong điều kiện thường	250	300	400	500
Gia công nhiệt ẩm	300	400	500	600

Có thể xác định tính hữu dụng của các loại cốt liệu rỗng khác nhau để chế tạo bêtông nhẹ với khối lượng thể tích và cường độ đã định theo các số liệu của bảng II.2 và II.3.

Người ta lựa chọn độ lớn giới hạn của cốt liệu căn cứ vào mặt cắt của cấu kiện, sự phân bố của cốt thép và công dụng của bêtông; nó không được vượt quá 1/3 mặt cắt nhỏ nhất của cấu kiện và 3/4 khoảng cách ánh sáng giữa các thanh cốt thép.

Cần phải chú ý là, khi tăng độ lớn giới hạn của cốt liệu khối lượng thể tích của bêtông sẽ giảm, bởi vì các hạt lớn của cốt liệu rỗng nhẹ hơn các hạt nhỏ; khi giảm độ lớn giới hạn, thì cường độ của bêtông tăng, do tăng độ lưu động của hỗn hợp bêtông. Người ta thường lấy độ lớn giới hạn của dăm rỗng bằng 20mm. Khi sử dụng sỏi rỗng trong bêtông cách nhiệt và kết cấu - cách nhiệt độ lớn giới hạn của nó không được quá 40mm, còn trong bêtông kết cấu - không quá 20mm.

Sử dụng cốt liệu rỗng với độ lớn giới hạn 20mm, có thể có được bêtông đồng nhất hơn, so với trường hợp dùng cốt liệu rỗng với độ lớn lớn hơn. Chúng ta có thể quy ước cho rằng, khối lượng thể tích của bêtông nhẹ ở trạng thái sấy khô bằng tổng lượng dùng

(theo khối lượng) cho $1m^3$ của ximăng, của cốt liệu và nước, tham gia vào quá trình thủy hóa ximăng, người ta lấy lượng nước đó bằng 15% theo khối lượng ximăng:

$$\gamma_{bt} = 1,15X + D + C$$

Trong đó:

γ_{bt} - khối lượng của bêtông đã sấy khô, kg/m^3;

X, D, C - lượng dùng tương ứng của ximăng, dăm rỗng (hay sỏi rỗng) và cát.

Bảng III.5. Lượng dùng ximăng tối thiểu cho $1m^3$ bêtông nhẹ

Điều kiện khai thác của các kết cấu bêtông nhẹ	Bêtông đặc		Bêtông được tạo rỗng		Bêtông không đủ đặc (ít cát) và lỗ rỗng lớn (bêtông không có cát) không có cốt thép
	Không có cốt thép	Có cốt thép	Không có cốt thép	Có cốt thép	
Của các kết cấu từ bêtông nhẹ độ bền cao trong các tòa nhà với môi trường xâm thực khác nhau					
Môi trường không xâm thực (các kết cấu ở trong các căn nhà với độ ẩm tương đối dưới 70%)	Không tiêu chuẩn hóa	200	200	200	Không tiêu chuẩn hóa
Môi trường xâm thực yếu (các kết cấu ở trong các căn nhà với độ ẩm tương đối 71 - 80%)	200	250	250	300	250
Môi trường xâm thực trung bình (các kết cấu ở trong các căn nhà đối với độ ẩm tương đối của không khí trên 75%)	250	300	300	Không sử dụng	
Kết cấu từ bêtông nhẹ với độ chống thấm cao, được chế tạo dùng ximăng poóclăng với độ chống thấm:					
CT - 2	250	300	Không sử dụng		
CT - 4	300	350	Không sử dụng		
CT - 6 và hơn	350	400	Không sử dụng		

Ghi chú: 1- Lượng dùng ximăng tối thiểu để chế tạo bêtông nhẹ từ các hỗn hợp lưu động 1 - 3cm hay với độ cứng dưới 30S.

Đối với các hỗn hợp bêtông cứng vừa và cứng người ta giảm lượng dùng ximăng tối thiểu, còn khi sử dụng các hỗn hợp lưu động tăng tương ứng với "các tiêu chuẩn điển hình của lượng dùng ximăng bêtông của các cấu kiện bêtông cốt thép lắp ghép sản xuất hàng loạt".

2- Lượng dùng ximăng tối thiểu khi chế tạo bêtông nhẹ, được khai thác trong các môi trường sâm thực mạnh, được xác định bằng thực nghiệm.

Người ta lựa chọn lượng dùng ximăng trên cơ sở của các khuyến cáo, đã được đưa ra trong bảng III.5, ở đây cho lượng dùng ximăng tối thiểu, chúng đảm bảo độ bền vững của bêtông nhẹ trong những điều kiện khai thác khác nhau.

Sau khi lựa chọn lượng dùng ximăng cho các mẻ trộn thử ban đầu, trước hết phải đảm bảo có được bêtông nhẹ cấu trúc đặc, ở nó tổng thể tích tuyệt đối của các cấu tử - chất kết dính, cốt liệu và nước trong $1m^3$ bêtông vừa mới đổ khuôn gần bằng 1000*l*. Trong bảng III.6, cũng như trong các tài liệu tiêu chuẩn cho lượng dùng ximăng mác 400. Nếu như dùng ximăng khác mác, thì người ta xác định lượng dùng của nó bằng cách nhân lượng dùng ximăng mác 40 với các hệ số, được cho trong bảng III.6.

Bảng III.6. Các hệ số thay đổi lượng dùng tiêu chuẩn hóa của ximăng trong bêtông nhẹ khi thay đổi mác của ximăng [(lượng dùng ximăng mác 40) (theo QPNN 10783 - 95) quy ước lấy làm 1]

Mác của ximăng	Mác của bêtông nhẹ								
	25	35	50	75	100	150	200	250	300
20	1,1	1,1	1,1	1,15	1,2	1,25	-	-	-
30	1,05	1,05	1,05	1,1	1,1	1,15	1,2	1,25	-
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
50	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,9	0,88	0,86
60	0,93	0,92	0,93	0,9	0,89	0,87	0,85	0,83	0,8

Sau khi xác định lượng dùng ximăng người ta tính tổng lượng dùng cốt liệu lớn (D) và nhỏ (C), kg/m^3 để có được bêtông với khối lượng thể tích đã định:

$$CL = D + C = \gamma_{bt} - 1,15X$$

Sau đó người ta xác định riêng biệt lượng dùng của dăm (sỏi) và của cát (theo khối lượng và thể tích) cho $1m^3$ bêtông.

Lượng dùng cát được xác định theo công thức:

$$C = \frac{X \cdot r\gamma_{o.c}}{\left[r\gamma_{o.c} + (1-r)\gamma_{o.d}\right]},$$

Trong đó:

$\gamma_{o.c}$ và $\gamma_{o.d}$ - khối lượng thể tích đổ đống tương ứng của cát và của dăm (sỏi);

r- phần của cát trong hỗn hợp cốt liệu (lựa chọn theo các số liệu của bảng III.7).

Lượng dùng của dăm (của sỏi) sẽ bằng:

$$D = CL - C.$$

Có thể xác định cấp phối hạt của cốt liệu, nghĩa là hàm lượng của các cỡ hạt riêng biệt của dăm (của sỏi) và của cát trong hỗn hợp cốt liệu, bằng cách sử dụng các số liệu của bảng III.3.

Bảng III.7. Các số liệu để xác định cấp phối sơ bộ của lượng dùng cốt liệu cho các loại bêtông nhẹ khác nhau

	Mác yêu cầu của bêtông nhẹ theo cường độ chịu nén	Lượng dùng cực đại của tổng thể tích của hỗn hợp cốt liệu nhỏ và lớn V_{CL}, m^3 cho $1m^3$ bêtông đã lèn chặt						Độ lớn giới hạn của dăm hay sỏi, mm	Phần cực tiểu của cát (r) tron của hỗn hợp của cốt liệu nhỏ v		
		Của bêtông đặc khi cân		Của bêtông rỗng		Của bêtông được tạo rỗng			Bêtông đặc khi dùng		Củ bêtô cá
		Của riêng cát và dăm	Của riêng hai cỡ hạt cát và hai cỡ hạt dăm (sỏi)	Của bêtông rỗng lớn	Của bêtông ít cát	Của bêtông không có cát	Của bêtông với cát		Sỏi rỗng	Dăm rỗng	
t	25 và dưới	1,5	1,6	1,15	1,25	1	1,2	20	0,3 - 0,35	0,35 - 0,4	< 0
									0,25 - 0,3	0,3 - 0,35	
	35 - 100	1,45	1,55	1,2	1,35	1,1	1,3	10	0,45 - 0,35	0,5 - 0,6	< 0
								20	0,35 - 0,45	0,4 - 0,55	-
								40	0,35 - 0,4	0,4 - 0,5	
	Trên 100	1,35	1,45	-	-	-	-	10	0,5 - 0,6	0,55 - 0,65	-
								20	0,4 - 0,5	0,45 - 0,55	

ú: 1- Các lượng dùng của cốt liệu rỗng được chỉ ra cho trường hợp, khi trong quá trình chế tạo hỗn hợp bêtông chúng k
ối hạt của chúng chỉ thay đổi trong giới hạn đến 5%.

xác định lượng dùng của cốt liệu theo khối lượng các lượng dùng của cốt liệu theo thể tích người ta tính đổi bằng c
heo khối lượng (C) bằng tích của r với V_{CL} và với khối lượng thể tích đổ đống của cát. Lượng dùng của dăm (của sỏ
ho $1m^3$ của bêtông bằng $V_d = V_{CL} - rV_{CL}$, còn theo khối lượng người ta xác định bằng cách nhân giá trị của V_d với khối
ủa nó.

Người ta lấy lượng dùng nước sơ bộ cho $1m^3$ bêtông để có được hỗn hợp bêtông nhẹ với các tính chất đã định theo bảng III.8.

Bảng III.8. Lượng dùng nước sơ bộ để chế tạo các hỗn hợp bêtông nhẹ, dùng cốt liệu rỗng với độ lớn giới hạn của các hạt 20mm, l/m^3

Độ sụt của côn tiêu chuẩn, cm	Độ cứng, s	Cốt liệu		
		Sỏi kêrămzit và cát thạch anh	Dăm và cát từ aglôporít hay xỉ bọt	Dăm và cát từ đá bọt, perlít không nở phồng, tro và xỉ phún xuất.
5 - 10	-	220 - 250	280 - 320	260 - 320
1- 3	10 - 20	210 - 240	260 - 290	240 - 280
-	20 - 30	200 - 220	230 - 260	220 - 260
-	30 - 60	180 - 200	210 - 240	200 - 240
-	60 - 100	160 - 180	190 - 220	180 - 220

Cấp phối được lựa chọn bằng cách như thế được làm chính xác khi chế tạo từ mẻ trộn thử các mẫu lập phương kích thước 15×15×15cm. Khi đó người ta xác định: tính công tác của hỗn hợp bêtông, khối lượng thể tích của bêtông vừa mới đổ khuôn, và bằng cách tính toán người ta xác định lượng dùng của các vật liệu cho $1m^3$ bêtông đã được lèn chặt và khối lượng thể tích kỳ vọng của bêtông ở trạng thái khô. Nếu như khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông đã được lèn chặt tương ứng với đã định, người ta lựa chọn các cấp phối của các mẻ thí nghiệm khác để xác định cấp phối tối ưu của bêtông nhẹ. Người ta còn chế tạo chín mẻ trộn thử với lượng dùng ximăng bằng 1,15; 1 và 0,85 so với lượng dùng ban đầu và với lượng dùng cốt liệu khi tỷ lệ khối lượng của dăm trên khối lượng của cát, bằng 1,1; 1 và 0,9 so với ban đầu.

Người ta điều chỉnh lượng dùng nước bằng cách làm sao cho hỗn hợp bêtông có cùng một độ lưu động đã định. Nếu như khi chế tạo các mẫu từ mẻ trộn thử thứ nhất mà khối lượng thể tích của hỗn hợp bêtông đã lèn chặt không tương ứng với đã định, thì người ta xác định lượng dùng của các vật liệu cho mẻ trộn thử thứ nhất theo các bảng, được khuyến cáo đối với các loại bêtông nhẹ khác (được tạo rỗng, lỗ rỗng lớn), chúng được đưa ra trong các tài liệu đặc biệt.

Ví dụ thiết kế cấp phối của bêtông nhẹ. Yêu cầu thiết kế cấp phối của bêtông nhẹ để chế tạo panel tường. Mác của bêtông 75, khối lượng thể tích không lớn hơn $1000kg/m^3$. Chất kết dính - ximăng poóclăng PC-40. Độ cứng của hỗn hợp bêtông 30 - 60S. Độ lớn giới hạn của cốt liệu lấy bằng 20mm.

Theo bảng III.6 chúng ta xác định lượng dùng ban đầu của ximăng 250kg cho $1m^3$ bêtông.

Chúng ta tính lượng dùng cốt liệu rỗng:

$$CL = 1000 - 1,15X = 1 - 1,15.250 = 712kg.$$

Chúng ta tính lượng dùng cát, sau khi lựa chọn theo bảng III.8 giá trị của r = 0,4.

$$C = \frac{712.\,0{,}4.1000}{0{,}4.1000 + (1 - 0{,}4)400} = 445\text{kg}$$

Chúng ta tính lượng dùng sỏi: S = CL - C = 712 - 445 = 267kg.

Theo bảng III.8 chúng ta xác định lượng dùng nước bằng 200*l* cho 1m^3 bêtông.

Ta tính cấp phối của hỗn hợp bêtông để chế tạo ba mẫu kích thước 15×15×15cm, ta lấy lượng dư của hỗn hợp do tổn thất 25%. Thể tích của hỗn hợp bêtông đã lèn chặt là:

$$10.1{,}25 = 12{,}5l$$

Ta xác định lượng dùng của các vật liệu cho 1 mẻ trộn:

Xi măng: $\frac{12{,}5.250}{1000} = 3{,}125\text{kg}$;

Sỏi: $\frac{12{,}5.267}{1000} = 3{,}34\text{kg}$;

Cát: $\frac{12{,}5.445}{1000} = 5{,}55\text{kg}$;

Nước: $\frac{12{,}5.200}{1000} = 2{,}5\ l$

Chúng ta tính lượng dùng cốt liệu theo thể tích:

Cát: $\frac{3{,}34}{400} = 0{,}008\text{m}^3$ khoảng 8*l*

Sỏi: $\frac{5{,}55}{1000} = 0{,}0055\text{kg}$ khoảng 5,5 *l*

Cộng: 13,5 *l*

Chúng ta xác định cấp phối hạt của cốt liệu, % theo thể tích (theo bảng III.3)

Các cỡ hạt: 20 - 10 - 34% - 4,6*l*

10 - 5 - 23% - 3,1*l*

5 - 1,2 - 25% - 3,4*l*

1,2 - 0 - 18% - 2,4*l*

13,5*l*

Sau khi chế tạo hỗn hợp bêtông chúng ta xác định độ cứng của nó, còn sau khi chế tạo mẫu - khối lượng thể tích bêtông vừa mới được lèn chặt. Độ cứng của hỗn hợp bêtông bằng 50S, khối lượng thể tích của bêtông vừa mới lèn chặt - 1200kg/m^3.

Chúng ta tính lượng dùng thực tế của các vật liệu cho 1m^3 bêtông đã được lèn chặt và khối lượng thể tích kỳ vọng của bêtông ở trạng thái khô. Chúng ta xác định lượng dùng của tất cả các vật liệu cho 1 mẻ trộn.

$$X + C + S + N = 3{,}125 + 3{,}34 + 5{,}55 + 2{,}5 = 14{,}5 \text{ kg}.$$

Lượng dùng thực của các vật liệu cho $1m^3$ bêtông đã lèn chặt:

Ximăng: $\frac{3{,}125.1200}{14{,}5} = 258kg;$

Sỏi: $\frac{3{,}34.1200}{14{,}5} = 276kg;$

Cát: $\frac{5{,}55.1200}{1200} = 460kg;$

Nước: $\frac{2{,}5.1200}{14{,}5} = 206kg;$

Tổng cộng: 1200kg.

Chúng ta tính khối lượng thể tích kỳ vọng của bêtông ở trạng thái sấy khô:

$$\gamma_{ht} = 1{,}15.\ 258 + 276 + 400 = 972kg/m^3.$$

Căn cứ vào kết quả của tính toán đã tiến hành và chế tạo mẻ trộn thử ban đầu chúng ta khẳng định rằng, hỗn hợp bêtông có độ cứng ở trong giới hạn đã định, cấp phối thực của bêtông khác biệt với cấp phối đã xác định không nhiều, còn khối lượng thể tích của bêtông ở trạng thái khô nhỏ hơn đã định. Để xác định cấp phối tối ưu của bêtông, với nó đảm bảo có được bêtông nhẹ với các chỉ tiêu đã định, nhưng với lượng dùng ximăng nhỏ nhất, cần phải chế tạo chín mẻ trộn với lượng dùng ximăng bằng 1,15; 1 và 0,85 so với ban đầu, nghĩa là 296; 258 và 220 kg và với lượng dùng cốt liệu với tỷ lệ khối lượng của sỏi trên khối lượng của cát 1,1; 1 và 0,9 theo tỷ lệ ban đầu, nghĩa là S/C = 0,66; 0,6 và 0,54.

Lượng dùng nước đối với tất cả các mẻ trộn người ta lấy như nhau $200l/m^3$, nhưng trong quá trình chế tạo hỗn hợp bêtông người ta điều chỉnh nó bằng cách nào đó, để cho trong tất cả các mẻ trộn hỗn hợp bêtông có cùng một độ cứng đã định. Sau khi cứng rắn theo chế độ đã lựa chọn người ta thí nghiệm các mẫu, còn theo kết quả thí nghiệm người ta dựng đồ thị quan hệ của cường độ và khối lượng thể tích của bêtông với lượng dùng ximăng, tương tự như đã được dựng trên hình III.2. Theo đồ thị này người ta xác định cấp phối tối ưu của bêtông, phù hợp với cường độ và khối lượng thể tích đã định với lượng dùng ximăng nhỏ nhất.

Cấp phối của bêtông nhẹ được tạo rỗng, cũng như cấp phối của bêtông nhẹ cấu trúc đặc, được lựa chọn bằng phương pháp tính toán - thực nghiệm: người ta tính toán không dưới chín cấp phối, khác biệt nhau bởi lượng dùng ximăng, cốt liệu lớn, cát và phụ gia tạo rỗng, người ta chế tạo và thí nghiệm các mẫu kiểm tra, tính toán lượng dùng thực của các vật liệu cho $1m^3$ bêtông và theo kết quả thu được người ta xác định cấp phối thi công của bêtông nhẹ được tạo rỗng. Các số liệu được dùng để xác định các lượng dùng sơ bộ của các cấu tử của hỗn hợp bêtông được tạo rỗng được đưa ra trong các tài liệu đặc biệt.

Chương 2

CÔNG NGHỆ CỦA BÊTÔNG NHẸ

Việc chế tạo các cấu kiện bêtông nhẹ kích thước lớn gồm các quá trình cơ bản sau đây: chuẩn bị hỗn hợp bêtông; chế tạo các linh kiện cốt thép; tạo hình các cấu kiện và gia công nhiệt ẩm các cấu kiện. Về phần mình mỗi quá trình sản xuất cơ bản ấy lại gồm nhiều thao tác công nghệ. Ngoài ra, tất cả chúng đều liên quan chặt chẽ với vận chuyển nội bộ của nhà máy và bảo quản nguyên liệu, bán thành phẩm và sản phẩm đã được chế tạo. Dưới đây chúng ta xem xét đặc điểm của các quá trình sản xuất các cấu kiện bêtông nhẹ kích thước lớn, cũng như các số liệu ban đầu để thiết kế các nhà máy với các sơ đồ sản xuất khác nhau.

2.1. CHẾ TẠO CÁC HỖN HỢP BÊTÔNG NHẸ

Trong các nhà máy sản xuất các cấu kiện bêtông nhẹ kích thước lớn, quá trình chế tạo hỗn hợp bêtông gồm một số các giai đoạn: 1) Bảo quản cốt liệu và chất kết dính; 2) Đập và sàng phân loại cốt liệu; 3) Cân đong các vật liệu thành phần và chế tạo hỗn hợp bêtông nhẹ.

2.1.1. Bảo quản cốt liệu

Các kho cốt liệu trong các nhà máy sản xuất các cấu kiện bêtông nhẹ thường là các kho kín để tránh cho cốt liệu khỏi bị ẩm và bẩn. Trong kho cốt liệu rỗng phải được bảo quản riêng biệt theo cỡ hạt, bởi vì tuân thủ nghiêm túc cấp phối hạt của cốt liệu là một trong những điều kiện chính của sự ổn định các tính chất của bêtông nhẹ.

Trong kho phải được trang bị các thiết bị cần thiết để bốc dỡ cốt liệu từ các phương tiện vận chuyển vào các thiết bị tiếp nhận, vận chuyển chúng từ các thiết bị tiếp nhận vào kho, phân bố cốt liệu vào các ngăn của kho và vận chuyển chúng từ kho đến nơi sử dụng. Trong một số trường hợp các thao tác ấy được đơn giản hóa.

Cốt liệu được đưa vào các ngăn của kho và từ kho vào phân xưởng trộn bằng băng tải. Bằng các băng tải này cốt liệu có thể được vận chuyển trong mặt phẳng ngang và trong mặt phẳng nghiêng. Trong trường hợp sau cùng người ta đặt băng tải nghiêng dưới góc dưới 18°. Các băng tải dùng trong kho thường có bề rộng của băng 500, 650 và 800mm. Để cấp cốt liệu đều đặn cho các băng tải bằng cách rơi tự do từ các kho chứa hay các bunker, người ta thường dùng các bộ phận cấp liệu kiểu máng, máng rung hay dao

động, chúng được đặt trong các vỏ kín để tránh gây bụi. Để chất kho và cấp cốt liệu vào các bunker người ta dùng cần trục cổng hay cần trục cầu có trang bị gầu ngoạm.

Khi thiết kế các kho chứa cốt liệu người ta tuân theo các tiêu chuẩn chung, được ghi dưới đây.

Lượng dự trữ cốt liệu trong kho căn cứ vào khoảng cách và phương tiện vận chuyển, số ngày làm việc theo tính toán của nhà máy, ngày:

Vận chuyển bằng ô tô	5 - 7
Bằng đường sắt	7 - 10
Chiều cao cực đại của đống khi vật liệu rơi tự do, m	12
Cũng thế, khi bảo quản cốt liệu nhỏ, m	15
Góc nghiêng cực đại của các băng tải với băng nhẵn để cấp cốt liệu, độ	18
Góc nghiêng nhỏ nhất của các máng chảy và của các thành bunker với mặt phẳng ngang, độ	50
Góc chảy tự nhiên của cốt liệu khi đổ đống, độ	40

Số lượng cốt liệu tối thiểu của các ngăn để bảo quản cốt liệu các loại và các cỡ hạt khác nhau

Đối với cát	2
Đối với cốt liệu lớn	4

Người ta xác định lượng dùng cốt liệu trong một ngày, có tính đến công suất của nhà máy (m^3/ngày) và lượng dùng cốt liệu cho $1m^3$ bêtông (tổng của tất cả các cỡ hạt), chúng được ghi trong bảng III.9.

Bảng III.9. Lượng dùng cốt liệu cho $1m^3$ bêtông

Nhóm bêtông	Cát	Dăm (sỏi)
Cách nhiệt	0,2	1,05
Kết cấu - cách nhiệt	0,4	1
Kết cấu	0,5	0,9

Khi sử dụng cốt liệu rỗng lớn đã được phân loại người ta xác định sự tăng tổng khối lượng (thể tích) của các cỡ hạt được bảo quản riêng biệt bằng hệ số hiệu chỉnh khi bảo quản:

Hai cỡ hạt: 1,05

Ba cỡ hạt: 1,1

Bốn cỡ hạt: 1,15

Để tính toán dung tích của các kho cốt liệu và các bunker phân phối người ta lấy khối lượng thể tích cực đại tính toán sau đây của cốt liệu (kg/m^3):

Cát thạch anh với độ ẩm 5%: 1600

Sỏi hay dăm kêrămzít cho bêtông:

Cách nhiệt: 300

Kết cấu cách nhiệt: 500

Kết cấu: 1000

Xỉ bọt cho bêtông:

Cách nhiệt: 600

Kết cấu - cách nhiệt: 800

Kết cấu: 1000

Aglôporít cho bêtông:

Kết cấu - cách nhiệt: 600

Kết cấu: 800

Các kho ximăng thường được trang bị xilô chứa, chúng thường được làm bằng thép và bêtông cốt thép. Phổ biến hơn cả là các kho xilô cơ giới hóa với việc vận chuyển ximăng bằng cơ khí và kết hợp. Ximăng thường được vận chuyển về nhà máy trong các vagông xitéc và ôtô xitéc. Vận chuyển nôi bộ trong kho và trong nhà máy được thực hiện:

a) Bằng phương pháp cơ học - để vận chuyển ximăng theo phương nằm ngang bằng vít xoắn, còn để nâng lên cao bằng máy nâng gầu;

b) Bằng phương pháp khí nén - bằng bơm và đường ống;

c) Bằng phương pháp khí nén - thông thoáng - máy nâng ximăng và máng thông thoáng.

Dung tích của kho chứa ximăng phụ thuộc vào công suất của nhà máy và lượng dự trữ tính toán đã lựa chọn, nó thường tương ứng với 7 - 10 ngày làm việc của nhà máy.

Lượng dùng ximăng trong một ngày được xác định xuất phát từ công suất ngày của nhà máy và tiêu chuẩn của lượng dùng ximăng cho $1m^3$ bêtông. Tiêu chuẩn của lượng dùng ximăng cho $1m^3$ bêtông để đảm bảo cường độ xuất xưởng của bêtông, bằng 70% cường độ thiết kế, được ghi trong bảng III.10.

Bảng III.10. Lượng dùng tiêu chuẩn của ximăng mác PC-40 cho $1m^3$ bêtông nhẹ

Bêtông nhẹ	Mác thiết kế của bêtông nhẹ				
	50	75	100	150	200
Dùng kêrămzít mác 500 và cát kêrămzít	210	220	250	270*	340*
Dùng xỉ bọt mác 800	250	280	300	330	420
Dùng aglôporít mác 600	270	300	310	330	350
* Với độ cứng của hỗn hợp bêtông 20- 30S.					

Khi tính dung tích của kho cần phải tính đến tổn thất ximăng: a) Trong công tác bốc dỡ: 2%; b) Với hỗn hợp bêtông trong quá trình chế tạo và vận chuyển, cũng như khi tạo hình các cấu kiện: 2%.

Có thể tính thể tích của ximăng cần phải bảo quản trong kho theo công thức:

$$V_x = \frac{PXK.1,04}{0,9n},$$

Trong đó:

P - công suất của nhà máy, m^3;

X - lượng dùng ximăng cho $1m^3$ bêtông, T;

K - số ngày dự trữ ximăng trong kho;

1,04 - hệ số tính đến tổn thất ximăng;

0,9 - hệ số chứa đầy dung tích của kho;

n - số ngày làm việc trong năm.

2.1.2. Đập và phân loại cốt liệu

Trong những trường hợp, khi mà cốt liệu đưa về nhà máy là cốt liệu bình thường, nghĩa là cốt liệu chưa phân loại thành các cỡ hạt, cần phải tổ chức phân xưởng đập sàng phân loại. Khi cần thiết phải đập và sàng phân loại cốt liệu rỗng phải tính đến một điều là, chỉ có thể đập và đặc biệt là sàng cốt liệu rỗng khô. Độ ẩm cực đại của cốt liệu rỗng, với nó còn có thể đảm bảo sự làm việc bình thường của máy đập và của các máy sàng, là 2%. Vì thế khi vận chuyển và bảo quản trong kho phải tránh làm ẩm cốt liệu rỗng.

Tổ hợp thiết bị đập tốt hơn cả để đập kêrămzít thành cát với cỡ hạt 0 - 1,25mm là các máy đập trục, thí dụ CM - 12B, năng suất 25 T/giờ. Cũng có thể dùng máy đập búa CM - 431 với năng suất 10 - 15T/giờ và CM - 19A với năng suất 35 - 55 T/giờ. Khi sử dụng máy đập búa cần phải đặt lưới ở cửa ra để có được cỡ hạt đã định của cốt liệu.

Để sàng phân loại cốt liệu rỗng người ta dùng các sàng: chấn động CM - 742, C - 388, C - 861 với công suất tương ứng 50, 20 - 30 và $40m^3$/giờ và sàng ống kiểu C - 313A, C - 215B với công suất 9 - 11 và 37 - $45m^3$/giờ.

Chúng ta biết rằng, trong bêtông nhẹ cấu trúc đặc thành phần hạt của cốt liệu có ảnh hưởng lớn đến khối lượng thể tích và sự ổn định của các tính chất vật lý - kỹ thuật khác của chúng, độ dẫn nhiệt nói riêng. Đặc biệt quan trọng là hàm lượng và tỷ lệ của các cỡ hạt nhỏ 0 - 1,25 và 1,25 - 5mm. Đôi khi để giảm khối lượng thể tích của bêtông nhẹ người ta loại bỏ cỡ hạt 1,25 - 5mm. Liên quan với điều đó trong phân xưởng đập - sàng phân loại cỡ hạt 0 - 5mm của cốt liệu sau khi đi ra khỏi sàng ba lưới được sàng thêm. Trên bộ phận tiếp nhận cỡ hạt 0 - 5mm người ta đặt sàng phụ trợ với các mắt sàng từ 1,5×1,5 đến 1,75×1,75mm. Nếu không dùng cỡ hạt 1,25 - 5mm, thì nó được đưa trở lại để đập lại. Để làm việc đó cần phải có băng tải hồi lưu.

Từ phân xưởng đập sàng phân loại hay kho cốt liệu rỗng đã được phân thành các cỡ hạt đi vào bộ phận cân đong.

2.1.3. Cân đong vật liệu thành phần và chế tạo hỗn hợp bêtông nhẹ

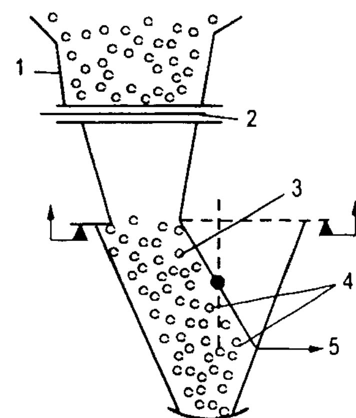
Phân xưởng cân đong được trang bị các bunker. Từ các bunker này cốt liệu tự chảy đi vào các cân.

Việc chế tạo hỗn hợp bêtông nhẹ bao gồm: Chuẩn bị các vật liệu thành phần (nghiền phụ gia, nghiền thêm ximăng để làm tăng độ hoạt tính của nó, đốt nóng nước nếu cần), cân đong và trộn hỗn hợp trong các máy trộn bêtông.

Nếu cho thêm cát thạch anh hay tro của các nhà máy nhiệt điện vào thành phần của bêtông, trong phân xưởng cân đong người ta đặt thêm các bunker đặc biệt. Tro có thể chứa trong các bunker dùng cho các cỡ hạt 0 - 1,25 và 1,25 - 5mm. Khi sử dụng tro phải đặc biệt chú ý độ kín của tất cả các tổ hợp thiết bị, có liên quan với việc trộn tro khô. Nếu như khi chế tạo hỗn hợp bêtông nhẹ có cho thêm phụ gia hoạt tính vào ximăng (vôi, aglôporít nghiền, v.v...) thì phải thiết kế bunker riêng cho chúng hay chia bunker chứa ximăng thành các ngăn.

Các cấu tử của hỗn hợp bêtông được định lượng với độ chính xác: chất kết dính và phụ gia nghiền mịn ± 1% theo khối lượng; cốt liệu rỗng ± 3% theo thể tích; nước và các dung dịch nước của các phụ gia ± 1% theo khối lượng hay theo thể tích. Thay việc định lượng cốt liệu theo khối lượng bằng thể tích vì khối lượng thể tích của cốt liệu rỗng biến động trong giới hạn rất rộng. Khối lượng thể tích đổ đống của các cỡ hạt riêng biệt của kêrămzít của cùng một nhà máy có thể biến động trong giới hạn đến 100kg./m^3, hay đến 30% theo khối lượng. Biến động của khối lượng thể tích của cốt liệu bằng ± 20%, thì khi dùng cân theo khối lượng sai số trong khi cân đạt đến 20% thể tích cốt liệu. Sai số như thế trong khi cân cốt liệu không cho ta khả năng có được hỗn hợp bêtông với độ lưu động đã định và bêtông với cường độ và khối lượng thể tích yêu cầu.

Khi cân đong cốt liệu rỗng theo thể tích biến động trong khối lượng thể tích của chúng chỉ gây nên những biến động không lớn của khối lượng thể tích của bêtông. Thí dụ, khi khối lượng thể tích của kêrămzít biến đổi một lượng ± 50kg/m^3 khối lượng thể tích của bêtông được tăng lên hay giảm đi 30kg/m^3, nó vẫn ở trong giới hạn của những sai số quy định.



***Hình III.4**. Sơ đồ của cân theo thể tích và khối lượng*

1- bunker phân phối cốt liệu; 2- cấp liệu của cân; 3- bunker của cân; 4- tấm chắn dao động; 5 - con ngắt cuối.

Trong các nhà máy sản xuất các cấu kiện bêtông nhẹ, người ta cân đong cốt liệu rỗng theo thể tích nhờ các cân thể tích - khối lượng (hình III.4). Trong các cân này người ta cân một thể

tích xác định của cốt liệu rỗng, còn sau đó theo chính chỉ số ấy người ta định lượng các cấu tử còn lại của bêtông.

Để định lượng ximăng, cát thạch anh, nước và phụ gia người ta dùng các cân tự động vận hành theo chu kỳ. Việc mở các van nạp liệu của cân, tháo vật liệu từ bunker của cân sau khi đã cân xong một thể tích đã định của vật liệu do người điều khiển thực hiện từ trạm điều khiển nhờ hệ thống điều khiển khí điện. Toàn bộ chu trình cân kéo dài 35 - 45S.

Người ta chỉ trộn hỗn hợp bêtông nhẹ trong các tổ hợp trộn cưỡng bức, bởi vì trong các máy trộn rơi tự do không thể đạt được độ đồng nhất của hỗn hợp bêtông do cốt liệu rỗng nhẹ. Trong khi trộn trong các máy trộn cưỡng bức phải làm sao không để xảy ra sự phá hoại của các hạt cốt liệu, bởi vì nếu để xảy ra, nó sẽ làm thay đổi thành phần hạt của cốt liệu rỗng và đặc tính của bêtông.

Công nghiệp của nước ta hiện nay có thể chế tạo được các máy trộn cưỡng bức, chúng có thể dùng để trộn bêtông nhẹ cốt liệu rỗng (bảng III.11).

Bảng III.11. Đặc tính kỹ thuật của các máy trộn cưỡng bức

Các đặc tính kỹ thuật	Loại máy trộn bêtông				
	MT - 80	MT - 773	MT - 99	MT - 200	MT - 98
Sản lượng của mẻ trộn, *l*	165	330	500	800	1000
Công suất của động cơ điện, kW	4,5	14	28	40	40
Kích thước biên, mm:					
Dài	1760	2060	2600	2550	2980
Rộng	1445	2060	2380	1610	2700
Cao	2075	1910	2560	1860	2850
Khối lượng, T	1,10	1,6	3,5	2,15	5,2

Trình tự nạp liệu và thời gian trộn các cấu tử của hỗn hợp bêtông nhẹ có thể khác nhau. Trong rất nhiều các trạm trộn bêtông, được trang bị các cân tự động, bắt đầu người ta nạp tất cả các thành phần khô vào máy trộn, sau đó theo mức độ trộn, không dừng máy trộn, người ta cho nước và các dung dịch và trộn hỗn hợp cho đến trạng thái đồng nhất. Tốt hơn nên nạp vào máy trộn theo trình tự sau đây: cốt liệu, 2/3 lượng nước cần thiết cho 1 mẻ trộn, trộn trong thời gian ngắn (khoảng 1 phút), sau đó cho ximăng và lượng nước còn lại với các dung dịch nước của các phụ gia.

Khi chế tạo hỗn hợp bêtông nhẹ được tạo rỗng, tổng thời gian trộn chiếm không dưới 4 - 5 phút, trình tự nạp các vật liệu thành phần được lựa chọn căn cứ vào cấu trúc của bêtông và phương pháp tạo rỗng.

Khi dùng cốt liệu với lỗ rỗng hở, thí dụ aglôporít, nên trộn theo hai giai đoạn. Bắt đầu người ta trộn cốt liệu với một phần nước và phụ gia nghiền mịn (tro nhiệt điện), trong

trường hợp này các lỗ rỗng trên bề mặt của các hạt cốt liệu được bịt kín (lấp đầy), đá ximăng được sử dụng triệt để hơn. Trong giai đoạn thứ hai người ta nạp ximăng và lượng nước còn lại. Thời gian trộn phụ thuộc vào loại và độ lớn giới hạn của cốt liệu rỗng, lượng dùng ximăng, kết cấu và dung tích của thùng trộn. Người ta xác định thời gian trộn bằng cách thực nghiệm trong những điều kiện sản xuất cụ thể, thường nó chiếm 4 - 6 phút. Trong các máy trộn với dung tích thùng trộn lớn quá trình trộn xảy ra mãnh liệt hơn, do đó thời gian trộn được rút ngắn.

Hỗn hợp bêtông khi ra khỏi máy trộn phải có nhiệt độ không dưới 10°C. Khi tính năng suất của máy trộn người ta dùng công thức:

$$Q = \frac{3600V}{1000T}$$

Trong đó:

Q - năng suất, m^3/giờ;

V- sản lượng của máy trộn, *l*;

T - thời gian của một chu trình trộn của một mẻ trộn, s.

Hỗn hợp bêtông nhẹ phải được trộn cẩn thận và lâu hơn, so với các hỗn hợp bêtông dùng cốt liệu đặc chắc. Cho nên năng suất thực của các máy trộn dùng để trộn các hỗn hợp bêtông nhẹ thường thấp hơn 1,5 - 2 lần, so với các số liệu trong các chứng minh kỹ thuật, ở đó năng suất được tính cho các hỗn hợp bêtông dùng cốt liệu đặc chắc.

1.2. CHẾ TẠO CÁC LINH KIỆN CỐT THÉP

Các cấu kiện bêtông nhẹ cũng được sản xuất với cốt thép thường và cốt thép ứng suất trước (dự ứng lực). Để chế tạo các kết cấu thường người ta thường dùng cốt thép dạng thanh cán nóng trơn hay có gờ.

Các thanh cốt thép trơn là cốt thép mác T - 0 và T - 3, còn cốt thép có gờ là thép cácbon mác T - 5 và thép công trình thấp mác 25S2C. Để làm cốt thép cho các kết cấu ứng suất trước người ta dùng sợi cốt thép tuốt nguội (cốt thép thường và cốt thép cường độ cao) và cốt thép thanh cán nóng có gờ. Các sợi cốt thép thường tuốt nguội được chế tạo từ thép ít cácbon, còn sợi cường độ cao - từ thép cácbon. Các thanh cốt thép có gờ dùng cho các kết cấu bêtông cốt thép ứng suất trước được chế tạo từ thép công trình thấp mác 30Cr2SC và 25SC, cũng như từ thép các bon mác T -5.

Khi chế tạo các cấu kiện bêtông cốt thép lắp ghép tại nhà máy giá thành của các công tác cốt thép, kể cả vật liệu, chiếm gần 20% giá thành của cấu kiện. Cho nên cơ giới hóa các công tác cốt thép có ý nghĩa lớn để giảm giá thành của sản phẩm.

Để nắn thẳng và cắt cốt thép, được đưa về nhà máy ở dạng cuộn người ta dùng máy nắn cắt tự động. Để uốn cốt thép người ta thường dùng các máy uốn C - 564, C - 565, C - 318, v.v...

Khi chế tạo các khung cốt thép từ các lưới hàn người ta dùng các máy chuyên dụng để nắn, cắt và uốn lưới. Các cuộn lưới cốt thép được nắn thẳng trên các trục, còn cắt bằng các dao cắt dập hay dao cắt dùng khí nén. Lưới được uốn trên các máy để uốn một phía (CM - 516A) và uốn hai phía (I - 201). Để chế tạo các lưới và khung cốt thép người ta dùng các máy hàn một điểm MTM - 75M và MTPG - 150 v.v..., và máy hàn nhiều điểm - MTMK 2×150, MTCM 14×75 v.v... Các khung không gian tiết diện tròn, hình chữ nhật và hình vuông được chế tạo trên các máy, thí dụ 1702/2CA với bốn máy hàn treo MTPG - 75.

Khi thiết kế các kho cốt thép và các phân xưởng cốt thép người ta áp dụng các tiêu chuẩn sau đây:

Lượng dự trữ cốt thép trong kho, ngày	20 - 30
Khối lượng cốt thép trên 1m^2 diện tích kho, T/m^2	
- Thép cuộn	1,2
- Thép thanh	4
- Thép chữ I và U	1
- Thép góc	2,5
Lượng dự trữ các lưới, khung đã chế tạo và các chi tiết chờ trong xưởng cốt thép, giờ:	
- Trong các xí nghiệp chuyên môn hóa hẹp, sản xuất hàng loạt	3
- Trong các tuyến chuyên môn hóa	7
Khối lượng trung bình của các khung và lưới trên 1m^2 diện tích của kho sản phẩm trong xưởng cốt thép (có tính đến lối qua lại), T/m^2	0,15
Chiều cao cực đại của chồng khung và lưới, m	2
Phế thải của cốt thép thanh và sợi, %	4

2.3. TẠO HÌNH CÁC CẤU KIỆN

Quá trình tạo hình các cấu kiện bao gồm các công đoạn: chuẩn bị khuôn, đặt các khung cốt thép và các chi tiết chờ vào khuôn, đổ hỗn hợp bêtông, lèn chặt hỗn hợp bêtông và hoàn thiện bề mặt của cấu kiện. Tồn tại hai phương pháp khác nhau về nguyên tắc của quá trình tạo hình các cấu kiện: trong khuôn và trên các mâm khuôn, các khuôn này di chuyển theo tuyến từ vị trí này sang vị trí khác để thực hiện các thao tác công nghệ nhất định đó là phương pháp dây chuyền; trong các khuôn cố định, khi tất cả các thao tác công nghệ được kết hợp ở cùng một chỗ (trên bệ) là công nghệ bệ.

Sản xuất theo dây chuyền có thể được thực hiện theo sơ đồ dây chuyền - tổ hợp hay sơ đồ dây chuyền - liên tục. Trong sơ đồ thứ nhất mỗi một khuôn hay mâm khuôn cùng với cấu kiện được di chuyển bằng cần cẩu hay trên các bánh xe không phụ thuộc vào các khuôn còn lại hay các mâm khuôn. Sơ đồ sản xuất này cơ động hơn. Trong sơ đồ thứ

hai các khuôn phải chuyển dịch theo nhịp độ cưỡng bức. Khuôn và các mâm khuôn cùng với các cấu kiện được di chuyển nối tiếp nhau từ vị trí này sang vị trí khác theo chu trình khép kín, trong dây chuyền này trong mỗi một vị trí được thực hiện một thao tác công nghệ nhất định. Dây chuyền liên tục hiệu quả hơn cả trong các nhà máy sản xuất lớn.

Phương pháp bệ. Trong phương pháp này các thiết bị công nghệ và công nhân di chuyển dọc theo tuyến đặt các khuôn cố định để thực hiện các thao tác công nghệ xác định. Các cấu kiện được gia công nhiệt tại chỗ tạo hình - trên bệ. Người ta thường dùng phương pháp này trên các bãi ngoài trời hay trong các nhà máy chuyên sản xuất các kết cấu kích thước lớn.

Tạo hình các cấu kiện bêtông nhẹ gồm các thao tác sau đây: cung cấp bêtông đến nơi tạo hình, đổ hỗn hợp bêtông vào khuôn và lèn chặt nó.

Hỗn hợp bêtông được vận chuyển đến chỗ tạo hình trong phương pháp tổ hợp cũng như trong phương pháp bệ chủ yếu bằng băng tải, cũng như bằng các bunker tự hành trên các đường ray hẹp, bằng các thùng treo, chuyển động được nhờ các palăng điện theo mônôray hay bằng dầm - cẩu. Người ta cũng sử dụng các bunker tự hành với dung tích 0,7m^3, chuyển động với tốc độ 0,3 m/s. Công suất của động cơ điện 1,5kW.

Hỗn hợp bêtông đã được đưa đến chỗ tạo hình, được đổ vào bunker phân phối, dung tích của nó phải lớn hơn 5 - 6 lần dung tích của máy trộn. Thao tác công nghệ tiếp theo là đổ hỗn hợp bêtông vào khuôn, người ta thực hiện việc này nhờ hai loại máy - máy phân phối bêtông hay máy đổ bêtông. Hỗn hợp bêtông đổ vào trong các máy này từ các bunker phân phối. Các máy phân phối bêtông chỉ đổ hỗn hợp bêtông vào khuôn, còn máy đổ bêtông đổ và san phẳng hỗn hợp bêtông trong khuôn.

Khi chế tạo các panel tường ngoài từ các hỗn hợp bêtông nhẹ được tạo rỗng bên cạnh máy đổ bêtông người ta còn dùng các trang bị nung, chúng đổ, rải đều và lèn chặt hỗn hợp bêtông.

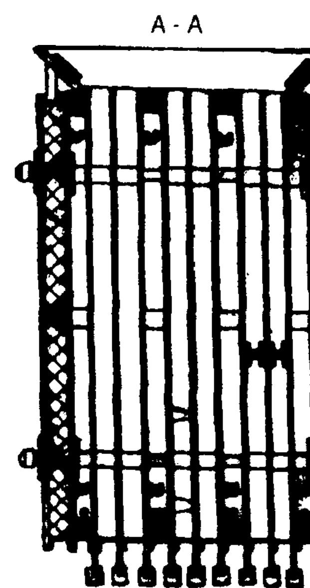
Lèn chặt hỗn hợp bêtông là một trong các thao tác công nghệ cơ bản trong công nghệ chế tạo các cấu kiện bêtông nhẹ kích thước lớn. Để lèn chặt hỗn hợp bêtông trong các nhà máy với công nghệ dây chuyền loại thiết bị được dùng phổ biến hơn cả là bàn rung với dao động hài hòa có hướng. Các bàn rung này khác biệt với các bàn rung với dao động tròn, dao động hài hòa là sự có mặt trong chúng hai hay là bội số của hai các trục với các bộ phận rung, quay theo hướng khác nhau, nó tạo nên dao động ổn định của bàn rung trong mặt phẳng thẳng đứng. Nhược điểm của các bàn rung với dao động tròn là, hỗn hợp bêtông trong khuôn trong thời kỳ lèn chặt bị chuyển dịch, biên độ dao động trong mặt cắt ngang phân bố không đồng đều, ngoài ra, còn quan sát thấy hiện tượng kéo không khí vào trong bêtông. Các bàn rung với dao động thẳng đứng loại bỏ được các nhược điểm ấy.

Khuôn trên các bàn rung được neo chắc bằng các nam châm điện, bằng các then hay bằng các bộ phận neo bằng khí nén. Bàn rung được sử dụng rộng rãi hơn cả trong các nhà máy sản xuất các cấu kiện với khối lượng dưới 5T là bàn rung CM - 476B với dao

A

Hơi nước

Nước
ngưng tụ



1
2
3
4
5
6
7
8

***Hình III.5**. Khuôn - ca*
để chế tạo các pane
tường trong:

1- khung cố định;
2, 5, 6, 7 - các ngăn trung gi
3- các vibrator (bộ phận gây r
4- các ngăn nhiệt;
8- thành lắp ghép;
9- vít căng.

Khi thiết kế các tuyến tạo hình làm việc theo phương pháp dây chuyền - tổ hợp, cần phải tuân theo các tiêu chuẩn sau đây:

Thời gian cho phép cực đại của chu trình tạo hình các cấu kiện bêtông nhẹ ở một vị trí, phút	15
Cũng thế, trên các thiết bị tự động hóa ở một vị trí, phút	12
Thời gian cho phép cực đại của chu trình tạo hình các cấu kiện nhiều lớp hay các panel có lớp trát trang trí ở một vị trí, phút	30
Dự trữ lưới và khung cốt thép trong phân xưởng tạo hình, giờ	3
Khối lượng của lưới và khung cốt thép để trên $1m^2$ diện tích, T/m^2	0,3
Phế thải và tổn thất hỗn hợp bêtông, %	Không quá 1.5
Lượng dùng dầu lau khuôn cho $1m^2$ bề mặt của khuôn, kg	0,4

Khi chế tạo các cấu kiện bằng phương pháp bệ (trong các khuôn cassét, cũng như trên bệ nằm ngang) người ta dùng các vibrator (đầm) sách tay các loại khác nhau: đầm bề mặt - để gia công lớp bêtông đã đổ khuôn từ bên trên, đầm dũi - cắm sâu vào hỗn hợp bêtông, cũng như đầm treo, được lắp vào mặt ngoài của thành khuôn.

Khi chế tạo các panel sàn bêtông nhẹ nhiều lỗ rỗng có thể dùng các máy tạo hình, trong chúng hỗn hợp bêtông được lèn chặt bằng các lõi tạo rỗng. Các cấu kiện được tạo hình trên các máy này, được giải phóng khỏi các thành khuôn ngay sau khi tạo hình.

Máy tạo hình với các bộ phận rỗng kiểu (típ) CM - 563M và 6669 có thể dùng trong các xí nghiệp với các sơ đồ công nghệ dây chuyền tổ hợp, liên tục và phương pháp bệ.

Trong các xí nghiệp với công nghệ bệ người ta dùng các thiết bị cassét. Trong các thiết bị cassét đứng người ta tạo hình các panel tường ngăn, sàn và các cấu kiện khác. Thiết bị cassét trên hình III.5 gồm các khuôn đứng - các cassét và cơ cấu để lắp ghép và tháo mở các ngăn cassét, các ngăn này được lắp ráp trên khung bệ bằng thép hàn. Khuôn cassét gồm hai loạt các ngăn, được tạo nên bởi các vách phân chia và vách nhiệt đặt thẳng đứng. Để lèn chặt hỗn hợp bêtông ở các mặt đầu thẳng đứng của các vách phân chia người ta lắp các vibrator (các bộ phận gây chấn động). Để gia công nhiệt cho các cấu kiện hai vách ngoài cùng và một số vách trung gian của cassét có kết cấu đặc biệt (các vách rỗng), được gọi là vách nhiệt, vào đây người ta cấp hơi nước. Các cấu kiện được lấy ra khỏi cassét bằng cần trục cầu.

Phương pháp cassét cho phép sử dụng hiệu quả hơn diện tích sản xuất và giảm chi phí lao động của sản xuất. Các panel sản xuất trong thiết bị casset có bề mặt phẳng nhẵn khi hoàn thiện căn nhà chỉ cần lăn sơn hay gắn vật liệu ốp. Nhược điểm cơ bản của phương pháp tạo hình trong các cassét là không sử dụng được các hỗn hợp bêtông cứng, cho nên trong các cassét người ta thường dùng các hỗn hợp bêtông dẻo.

2.4. GIA CÔNG NHIỆT ẨM BÊTÔNG

Để rút ngắn chu kỳ công nghệ chế tạo các cấu kiện bêtông nhẹ người ta gia công nhiệt ẩm chúng. Người ta thường thực hiện gia công nhiệt ẩm trong các bể dưỡng hộ vận hành liên tục hay gián đoạn, trên các bệ được đốt nóng, dưới các lồng chụp, trong các thiết bị cassét, cũng như trong các khuôn nhiệt, được xếp chồng lên nhau. Ngoài ra người ta còn sử dụng đốt nóng bêtông nhẹ bằng điện, cũng như gia công nhiệt trong các áptôclap. Việc lựa chọn phương pháp gia công nhiệt phụ thuộc vào công nghệ chế tạo đã lựa chọn và vào các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật. Để rút ngắn thời gian bảo dưỡng và giảm lượng dùng hơi nước khi gia công nhiệt ẩm nên che kín bề mặt hở của cấu kiện bằng vật liệu không thấm nước.

Các cấu kiện được chế tạo trên các tuyến dây chuyền liên tục, được bảo dưỡng trong các buồng cố định vận hành liên tục, trong phương pháp dây chuyền tổ hợp - trong các bể dưỡng hộ hay kiểu tuynel vận hành theo chu kỳ.

Trong các bể cố định cần phải đảm bảo nhiệt độ cực đại của đốt nóng hằng nhiệt 80°C trong trường hợp dùng ximăng poóclăng và 95°C - ximăng poóclăng xỉ và puzơlan với độ ẩm tương đối của không khí trên 85%. Nếu các cấu kiện được bảo dưỡng trên bệ hay trong các bể di động, thì nhiệt độ gia công nhiệt ẩm đạt 60 - 70°C, người ta tăng nhiệt độ trong 2 - 3 giờ, đốt nóng hằng nhiệt trong 12 - 16 giờ, làm nguội chúng trong 2 - 4 giờ. Trong các khuôn cassét kín nhiệt độ khi đốt nóng cấu kiện đạt 100°C. Tăng nhiệt 2 - 3 giờ, hằng nhiệt 2 - 5 giờ, hạ nhiệt 2 - 4 giờ.

Lượng dùng hơi nước trong các bể thường chiếm 200 - 300kg cho 1m^3 cấu kiện. Khi tính xếp các cấu kiện vào bể dưỡng hộ cần phải tính đến khoảng cách giữa khuôn dưới cùng và đáy của bể phải là 150mm, khe hở giữa các khuôn theo chiều cao của chồng - không dưới 30mm, giữa cấu kiện trên cùng với mặt dưới của nắp bể - không quá 50mm.

Số vòng quay trung bình của bể gia công nhiệt ẩm trong một ngày với hai ca tạo hình không được dưới 1,4 còn khi tạo hình ba ca - không dưới 2. Hệ số chứa đầy bể bởi bêtông của các cấu kiện phải không dưới 0,1. Chế độ tính toán cực đại theo thời gian của gia công nhiệt ẩm của cấu kiện (nâng nhiệt + đốt nóng hằng nhiệt + hạ nhiệt) để bêtông đạt được 70% cường độ thiết kế cần phải lấy theo bảng III.12. Nếu bảo dưỡng các cấu kiện không có khuôn, thì cần phải tĩnh định các cấu kiện trong 2 - 4 giờ. Nếu như trong khi gia công nhiệt ẩm các cấu kiện được phủ kín, thì tổng thời gian gia công nhiệt giảm đi.

Người ta xác định nó, có tính đến các hệ số sau đây:

a) Khi phủ bằng tấm cao su hay màng pôlyamít 0,85;

b) Khi phủ bằng tấm kim loại 0,8.

Người ta thường đốt nóng các cấu kiện trong phương pháp bệ, nhưng cũng có thể dùng nó trong các phương pháp tổ hợp và trong dây chuyền liên tục. Người ta thực hiện đốt nóng bằng điện dùng dòng điện xoay chiều nhờ các điện cực. Khi đốt nóng bằng điện ta có được các cấu kiện với độ ẩm thấp hơn, so với khi bảo dưỡng bằng hơi nước. Người ta nâng nhiệt trong thời gian 5 - 6 giờ với tốc độ 10 - 15°C trong 1 giờ, đốt nóng hằng nhiệt ở nhiệt độ 80 - 85°C: 2- 3 giờ.

Bảng III.12. Chế độ khuyến cáo của bảo dưỡng bêtông nhẹ

Bêtông	Khối lượng thể tích của bêtông nhẹ, kg/m³ (ở trạng thái khô)	Chiều dày của cấu kiện, mm	Thời gian bảo dưỡng, giờ (nâng nhiệt, hằng nhiệt, hạ nhiệt) để đạt được 70% cường độ theo R_{28} với nhiệt độ đốt nóng hằng nhiệt	
			80°C (bêtông dùng ximăng poóclăng)	95°C (bêtông dùng ximăng poóclăng xỉ)
Đặc với độ cứng 30 - 60 S	Dưới1000	Dưới 100	2 + 5 + 1	2 + 2,5 + 2
		100- 200	2,5 + 6 + 2	3 + 3,5 + 2,5
		200 - 400	3,5 + 7 + 2,5	4 + 4,5 + 3,5
	1000 - 1400	100 - 200	2,5 + 7 + 2	3 + 4 + 2,5
		200 - 400	3,5 + 8 + 2,5	4 + 5+ 3,5
	1400 - 1700	Dưới 100	2,5 + 7 + 1,5	3 + 4 + 2,5
		100 - 200	3 + 8 + 2,5	3,5 + 5 + 3
		200 - 400	3,5 + 9 + 3	4,5 + 6 + 3,5
Tạo rỗng bằng bọt hay bằng phụ gia kéo khí	Dưới 1200	100 - 200	2,5 + 6 + 2	3,5 + 4 + 2,5
		200 - 400	3,5 + 7 + 3	4,5 + 5 + 3,5
Tạo rỗng bằng khí	Dưới 1200	100 - 200	1 + 6 + 2	1 + 4 + 2,5
			1 + 7 + 3	1 + 5 + 3,5
Lỗ rỗng lớn và ít cát	Dưới 1200	100 - 200	2 + 6+ 2	2,5 + 4 + 2,5
		200 - 400	3 + 7 + 3	3,5 + 5 + 3,5
	Trên 1200	100 - 200	3 + 7 + 2,5	3,5 + 5 + 3
		200- 400	4 + 8 + 3,5	4,5 + 6 + 4

Gia công nhiệt ẩm trong áptôclap các cấu kiện bêtông nhẹ cho phép có được cường độ mác của bêtông ngay sau khi gia công nhiệt ẩm và giảm được lượng dùng ximăng đi 20 - 30% do cho thêm các phụ gia silic ôxýt. Người ta thường dùng gia công nhiệt ẩm trong áptôclap trong công nghệ tổ hợp, nó đặc biệt có hiệu quả đối với các cấu kiện bêtông nhẹ được chế tạo từ các hỗn hợp bêtông cứng. Về cơ bản chế độ gia công nhiệt trong áptôclap phụ thuộc vào khối lượng thể tích của bêtông và bề dày của các cấu kiện, loại cốt liệu rỗng và các yếu tố khác được xác định theo "Hướng dẫn về gia công nhiệt các cấu kiện từ bêtông dùng cốt liệu đặc và rỗng". Trong bảng III.13. cho các chế độ gia công nhiệt sơ bộ trong áptôclap của bêtông kêrămzít.

Bảng III.13. Chế độ sơ bộ của gia công nhiệt ẩm trong áptôclap cho các cấu kiện bêtông kêrămzít *

Khối lượng thể tích của bêtông kêrămrít khô, kg/m^3	Bé dày của cấu kiện, mm	Thời gian gia công nhiệt trong áptôclap, giờ (nâng nhiệt + đốt nóng hằng nhiệt + hạ nhiệt) để đạt được cường độ mác dưới áp suất trong áptôclap, MPa	
		0,8	1,2
Dưới 1200	Dưới 100	2,5 + 4 + 2,5	3 + 2 + 3
	100 - 200	3,5 + 4 + 3	4 + 2 + 4
	200 - 400	5 + 4 + 4	5,5 + 2 + 5
Từ 1200 - 1800	Dưới 100	3 + 4 + 3	3,5 + 2, + 3,5
	100 - 200	4 + 4 + 4	4,5 + 2, + 4,5
	200 - 400	5,5 + 4 + 5	6 + 2 + 5,5

* Các cấu kiện được chế tạo dùng ximăng poóclăng với phụ gia 30 - 50% cát thạch anh nghiền với tính công tác của hỗn hợp bêtông 30 - 60%.

Một trong những phương pháp mới hiệu quả để thúc đẩy quá trình cứng rắn của bêtông nhẹ là phương pháp tạo hình nóng, thực chất của phương pháp này là ở chỗ hỗn hợp bêtông nhẹ đã được chế tạo trước khi đổ khuôn được đốt nóng trong thời gian 5 - 15 phút trong các bunker đặc biệt được trang bị các điện cực. Sau đó hỗn hợp nóng với nhiệt độ 80 - 90°C được đổ vào khuôn cách nhiệt và lèn chặt. Các cấu kiện được giữ ở trong khuôn từ 9 - 12 giờ, ở đó quá trình cứng rắn của bêtông xảy ra do nhiệt, mà hỗn hợp bêtông có được khi đốt nóng bằng điện, cũng như do nhiệt thủy hóa của ximăng. Sau khi tháo khuôn bêtông kêrămzít có cường độ, bằng 50 - 70% theo cường độ thiết kế.

Để thúc đẩy quá trình cứng rắn và giảm độ ẩm của các cấu kiện người ta đã đưa ra chế độ gia công nhiệt kết hợp: giai đoạn I - đốt nóng cấu kiện trong không khí ở nhiệt độ 120 - 130°C, giai đoạn II - cứng rắn ở 90 - 100°C với việc cấp vào bể hơi nước hay hỗn hợp hơi nước không khí. Với chế độ gia công nhiệt kết hợp tổng thời gian gia công nhiệt các cấu kiện bêtông nhẹ có thể rút ngắn đi 1,5 lần.

Chương 3

BÊTÔNG SILICÁT NHẸ DÙNG CỐT LIỆU RỖNG

Trong những năm gần đây ở nhiều nước trên thế giới, đặc biệt ở Nga người ta đã đưa ra công nghệ chế tạo loại mới của bêtông nhẹ đó là bêtông silicát nhẹ, được chế tạo từ các chất kết dính vôi - cát, xỉ và tro và dùng cốt liệu rỗng, quá trình cứng rắn của bêtông này xảy ra trong áptôclap dưới áp suất không dưới 0,8MPa. Căn cứ vào công dụng bêtông silicát nhẹ, cũng như các bêtông ximăng nhẹ, được chia thành ba nhóm: kết cấu, kết cấu - cách nhiệt và cách nhiệt.

Bêtông silicát nhẹ chưng hấp có các đặc tính cường độ và nhiệt vật lý, tương tự như bêtông ximăng nhẹ. Từ bêtông silicát nhẹ có thể chế tạo được nhiều kết cấu kích thước lớn khác nhau của tòa nhà.

a) Kết cấu chịu lực có cốt thép - panel sàn, dầm mang sàn, các tấm dạng dầm;

b) Các blốc và các panel tường ngoài và tường trong và các vách ngăn;

c) Các lớp cách nhiệt, các tấm đệm và các linh kiện khác.

3.1. VẬT LIỆU

3.1.1. Cốt liệu.

Để chế tạo bêtông silicát nhẹ người ta dùng cốt liệu rỗng tự nhiên và nhân tạo, trong đó có hạt xốp từ pôlystyrôl. Với tư cách là cốt liệu rỗng nhỏ người ta cũng sử dụng tro từ sản phẩm đốt cháy của than dạng bụi, trong nó hàm lượng của than chưa cháy hết không quá 10%. Nếu như trong khi chế tạo bêtông silicát nhẹ không đạt được cường độ yêu cầu, thì người ta có thể thay một phần cát rỗng bằng cát thạch anh.

3.1.2. Chất kết dính

Để chế tạo bêtông silicát nhẹ người ta thường dùng chất kết dính xỉ, tro và vôi - cát và vôi - nhôm, silíc ôxýt khác nhau. Các chất kết dính sau cùng có được bằng cách nghiền chung vôi với cát thạch anh hay với các cấu tử có chứa nhôm, silíc ôxýt. Vôi phải là vôi không chứa các cục quá lửa. Các cấu tử có chứa silíc ôxýt và nhôm, silíc ôxýt người ta dùng cát thạch anh, phế thải do đập cốt liệu rỗng, các phụ gia hoạt tính - các khoáng cháy, trêpel, perlít, ốpsiđian và các khoáng khác.

Hàm lượng canxi ôxýt hoạt tính trong chất kết dính vôi - cát phụ thuộc vào tính chất của vôi và các cấu tử có chứa silíc và nhôm ôxýt, cũng như vào mác đã định của bêtông. Trong các chất kết dính này hàm lượng canxi ôxýt hoạt tính thường ở trong giới hạn 15 - 20% theo khối lượng.

Để làm chậm tốc độ tôi của vôi, tham gia vào thành phần của chất kết dính vôi - cát, người ta sử dụng thạch cao hai nước hay phụ gia tăng dẻo. Người ta thường cho thạch cao hai nước (4 - 5% theo khối lượng của canxi ôxýt hoạt tính trong vôi) vào khi nghiền chất kết dính, còn phụ gia tăng dẻo (BRSF) (0,1 - 0,5% theo khối lượng CaO hoạt tính) vào trong nước trộn của hỗn hợp bêtông.

Các chất kết dính xỉ và tro được chế tạo bằng cách nghiền chung xỉ lò cao hay tro nhiên liệu với các phụ gia rắn nhanh. Để có được phụ gia rắn nhanh người ta dùng vôi sống, thạch cao hai nước hay hỗn hợp của chúng. Nên dùng vôi sống với hàm lượng magiê ôxýt không quá 10%. Khối lượng và loại phụ gia rắn nhanh được dùng phụ thuộc vào thành phần khoáng - hóa của xỉ hay tro và người ta xác định chúng trong mỗi trường hợp riêng biệt bằng phương pháp thực nghiệm. Thành phần của các chất kết dính xỉ và tro thường biến động trong các giới hạn sau đây: xỉ và tro 70 - 100%, các chất hoạt tính 0- 30% (theo khối lượng). Khi sử dụng với các chất hoạt tính dùng vôi sống cần phải đặc biệt chú ý đến tính đồng đều của sự thay đổi thể tích của bêtông trước và sau khi gia công nhiệt ẩm trong áptôclap. Nếu như khi dùng vôi sống trong bêtông tạo nên các vết nứt, thì phải dùng nó ở dạng vôi tôi.

Chất kết dính dùng để chế tạo bêtông silicát nhẹ phải có tỷ diện tích bề mặt 3000 - 5000cm^2/g.

3.2. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CỦA VIỆC LỰA CHỌN CẤP PHỐI CỦA BÊTÔNG SILICÁT NHẸ

Người ta lựa chọn cấp phối của bêtông silicát nhẹ theo phương pháp trộn thử, về nguyên tắc, nó không khác biệt với việc lựa chọn cấp phối của bêtông ximăng nhẹ. Khi đó xác định độ lớn giới hạn và cấp phối hạt của cốt liệu rỗng, cũng như lượng dùng sơ bộ của chất kết dính và nước. Bằng cách thực nghiệm người ta xác định lượng dùng thực của các vật liệu và khối lượng thể tích của bêtông với các thông số đã định của chế độ lèn chặt hỗn hợp bêtông và xác định quan hệ giữa cường độ của bêtông và lượng dùng chất kết dính trong những điều kiện đã chọn của quá trình cứng rắn.

Người ta xác định độ lớn giới hạn và cấp phối hạt của cốt liệu rỗng (theo thể tích) cũng như khi chế tạo các cấu kiện từ bêtông ximăng. Cấp phối hạt của cốt liệu rỗng được lấy theo bảng III.3.

Khi sử dụng các chất kết dính vôi - cát và vôi - nhôm, silíc ôxýt bắt đầu người ta lựa chọn lượng dùng sơ bộ của vôi cho bêtông mác đã định, theo các số liệu của bảng III.14.

Bảng III.14. Lượng dùng sơ bộ của vôi (tính đổi ra $CaO_{h.t}$) cho 1m³ bêtông silicát nhẹ, kg

Cốt liệu rỗng	Mác của bêtông					
	35	50	75	100	150	200
Dăm rỗng	25 - 30	35 - 45	45 - 55	55 - 65	70 - 80	80 - 100
Sỏi rỗng	25 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 80	80 - 100

Sau khi xác định lượng dùng sơ bộ của vôi người ta xác định lượng dùng ban đầu của chất kết dính, cho rằng, hàm lượng canxi ôxýt hoạt tính sẽ là 20%.

Khi sử dụng chất kết dính xỉ hay tro người ta xác định lượng dùng sơ bộ của chất kết dính theo các số liệu của bảng III.15.

Bảng III.15. Lượng dùng sơ bộ của chất kết dính xỉ hay tro cho 1m³ bêtông silicát nhẹ, kg

Cốt liệu rỗng	Mác của bêtông					
	35	50	75	100	150	200
Dăm rỗng	100 - 200	160 - 180	180 - 220	220 - 250	280 - 320	320 - 400
Sỏi rỗng	100 - 120	140 - 160	160 - 200	200- 250	250 - 300	300 - 400

Hàm lượng tối ưu của phụ gia rắn nhanh (vôi, thạch cao) trong các chất kết dính xỉ và tro được xác định bằng cách thí nghiệm chúng trong bêtông hạt nhỏ, được chưng hấp trong áptôclap cấp phối 1:5 (chất kết dính: cát thạch anh). Để làm chính xác lượng dùng chất kết dính cho bêtông mác đã định, cần phải chế tạo ba sêri mẫu bêtông với ba lượng dùng chất kết dính: được lựa chọn theo bảng III.15, với 25% lớn hơn và 25% nhỏ hơn lượng dùng đã chọn. Nếu sau khi thí nghiệm các mẫu mà cường độ bêtông cao hơn hay thấp hơn đã định, thì phải giảm hay tăng hàm lượng của canxi ôxýt hoạt tính trong chất kết dính 3 - 5%.

Để xác định hàm lượng tối ưu của nước khi chế tạo các mẫu thí nghiệm đối với mỗi một lượng dùng chất kết dính người ta lấy ba lượng dùng nước: người ta lựa chọn một theo bảng III.16, lượng thứ hai lớn hơn 10 - 20%, còn lượng thứ ba nhỏ hơn 10 - 20% so với đã chọn.

Bảng III.16. Lượng dùng sơ bộ của nước cho 1m³ bêtông silicát nhẹ, kg

Cốt liệu rỗng	Mác của bêtông					
	35	50	75	100	150	200
Dăm rỗng	170 - 210	180 - 220	190 - 230	210 - 250	230 - 260	250 - 270
Sỏi rỗng	210 - 250	220 - 260	240 - 270	260 - 280	270 - 290	280 - 300

Khi chế tạo bêtông người ta lấy lượng dùng sơ bộ của cốt liệu sau đây (tổng của tất cả các cỡ hạt, m^3) cho $1m^3$ bêtông: của dăm rỗng và cát: 1,5, của sỏi rỗng và cát: 1,4. Người ta xác định tỷ lệ giữa các cỡ hạt của cốt liệu trong tỷ lệ với cấp phối hạt, được lựa chọn theo bảng III.2. Người ta xác định lượng dùng thực của các vật liệu cơ bản (của chất kết dính, nước và cốt liệu) để có được $1m^3$ bêtông với cường độ và khối lượng thể tích đã định cũng như đối với bêtông ximăng nhẹ.

3.3. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CỦA CÔNG NGHỆ

Công nghệ chế tạo các cấu kiện bêtông silicát nhẹ kích thước lớn không có khác biệt về nguyên tắc so với công nghệ của bêtông ximăng nhẹ. Có một vài đặc điểm trong công nghệ của bêtông silicát nhẹ như sau.

Khi lựa chọn phương pháp lèn chặt hỗn hợp bêtông cần phải tính đến sự giảm tương đối của độ lưu động của hỗn hợp bêtông silicát nhẹ từ lúc bắt đầu trộn cho đến khi kết thúc quá trình tạo hình các cấu kiện và quá trình tôi của vôi đang xảy ra trong thời kỳ đó. Cho nên sử dụng gia tải trong khi tạo hình các cấu kiện từ các hỗn hợp bêtông silicát nhẹ đặc biệt quan trọng và hiệu quả. Giá trị khuyến cáo của gia tải là 0,015 - 0,075 MPa. Khối lượng của tấm gia tải phụ thuộc vào nhiều yếu tố: Yếu tố chính là cấp phối hạt của cốt liệu và độ lưu động của hỗn hợp bêtông. Lượng cát trong hỗn hợp cốt liệu càng ít và độ lưu động của hỗn hợp bêtông càng nhỏ, thì khối lượng của tấm gia tải càng phải lớn.

Cần phải tính đến sự thay đổi không nhiều của độ lưu động của hỗn hợp bêtông silicát nhẹ ngay sau khi chế tạo nó trong khi tạo hình các cấu kiện. Nếu đổ hỗn hợp bêtông vào khuôn bằng một số thao tác, thì cần phải làm sao, để cho nó được đổ vào đồng đều không được dừng lại lâu, vì trong thời gian ấy các lớp đổ trước có thể đã ninh kết.

Sau khi kết thúc quá trình chấn động người ta đặt khuôn cùng cấu kiện lên các va gông và đưa sang vị trí tĩnh định trước khi gia công nhiệt trong áptôclap. Thời gian tĩnh định các cấu kiện để kết thúc quá trình thủy hóa và ninh kết của vôi mất khoảng 2 - 3 giờ. Các cấu kiện, được chế tạo dùng các chất kết dính xỉ và tro, có thể đưa vào áptôclap ngay sau khi tạo hình. Chế độ gia công nhiệt ẩm trong áptôcláp của các cấu kiện phụ thuộc vào kích thước của chúng, độ đặc của bêtông và nhiều yếu tố khác và trong mỗi trường hợp cụ thể người ta xác định nó bằng thực nghiệm.

Đối với các cấu kiện từ bêtông silicát nhẹ cấu trúc đặc có thể lấy chế độ sơ bộ gia công nhiệt trong áptôclap sau đây:

Nâng áp lực của hơi nước đến 0,8 MPa: từ 2 đến 3 giờ

Hằng nhiệt dưới 0,8MPa: từ 6 đến 8 giờ.

Hạ áp suất: từ 2 đến 5 giờ

Sau khi kết thúc quá trình gia công nhiệt người ta giữ các cấu kiện trong áptôclap mở nắp trong 1 - 2 giờ, sau đó đưa sang vị trí làm nguội và tháo khuôn. Nhiệt độ của không khí trong nhà xưởng phải trên 25°C, nhiệt độ trên bề mặt của cấu kiện không được quá 50°C.

Chương 4

CÁC SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ CỦA CÁC NHÀ MÁY SẢN XUẤT CÁC CẤU KIỆN BÊTÔNG NHẸ

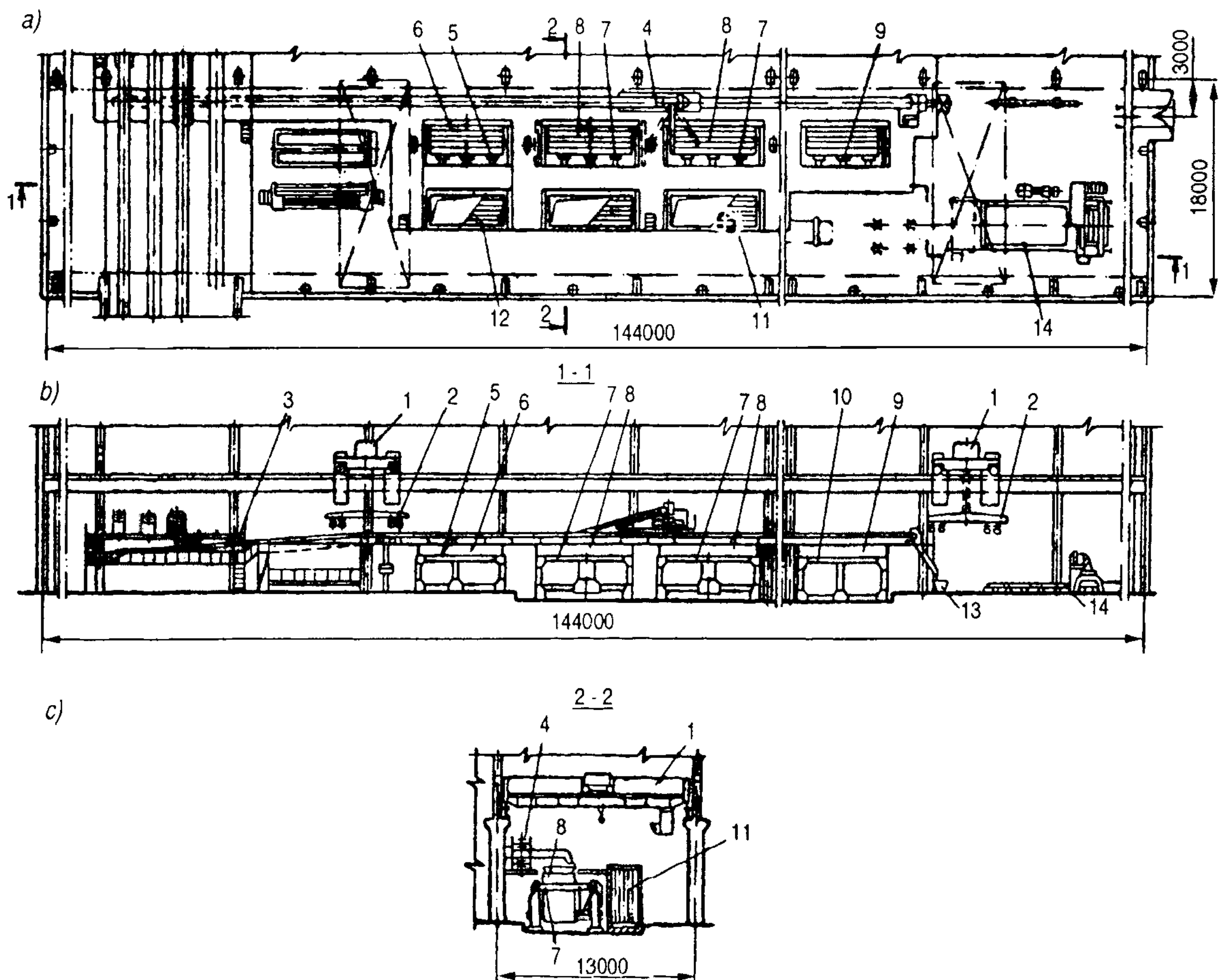
Ở Nga và nhiều nước khác hình thức cơ bản của tổ chức sản xuất các cấu kiện kích thước lớn là các tổ hợp xây dựng nhà và các nhà máy sản xuất các kết cấu của các tòa nhà công nghiệp, chúng sản xuất cả tổ hợp các cấu kiện để xây dựng lắp ghép toàn bộ từ bêtông nặng và nhẹ. Trong những năm gần đây ở nhiều liên hợp xây dựng nhà đã sử dụng công nghệ hiện đại để sản xuất cả tổ hợp các cấu kiện cho các tòa nhà lắp ghép hoàn toàn từ bêtông nhẹ.

Các kết cấu và cấu kiện từ bêtông nhẹ được chế tạo theo các sơ đồ công nghệ bệ, dây chuyền tổ hợp và dây chuyền liên tục.

4.1. SẢN XUẤT THEO PHƯƠNG PHÁP BỆ

Trong các nhà máy sản xuất theo phương pháp bệ, người ta thường chế tạo các cấu kiện trong các khuôn cassét hay trên các bệ (stend) cố định với các kết cấu khác nhau - trong các bệ dài hay trong các mâm khuôn - cối, v.v... Dưới đây chúng ta xem xét sơ đồ nguyên tắc của việc sản xuất các cấu kiện trong khuôn cassét của một liên hợp xây dựng nhà công suất 140 nghìn m^2 diện tích sử dụng trong một năm.

Trong hai nhịp nhà của xưởng tạo hình người ta chế tạo các tấm panel sàn, các tấm tường ngăn và tường trong các khuôn cassét (các hộp). Việc tháo và lắp các cassét được thực hiện bằng máy tháo khuôn với các kích thủy lực. Sau khi lấy cấu kiện cuối cùng ra khỏi cassét người ta bắt đầu chuẩn bị ngăn ngoài cùng đã được giải phóng để tạo hình - người ta làm sạch và lau dầu các bề mặt làm việc của cassét, đặt và định vị các khung cốt thép và các chi tiết chờ. Sau đó đóng khóa hãm của ngăn đã được chuẩn bị và mở ở ngăn tiếp theo. Sau khi kiểm tra sự đúng đắn của việc lắp đặt cốt thép và chỗ tiếp xúc của các thành của các cassét người ta đổ hỗn hợp bêtông vào các ngăn, thêm vào đó hỗn hợp bêtông phải được đổ đồng đều vào các ngăn với cùng một độ cao, rồi lèn chặt nó. Sau khi kết thúc quá trình đổ khuôn, người ta gia công nhiệt bêtông theo chế độ 1,5 + 6,5 + 1 giờ ở nhiệt độ 85 - 95°C. Sau khi kết thúc quá trình gia công nhiệt các ngăn cassét được tháo (mở) lần lượt từ ngoài vào trong, cấu kiện bêtông được cần cẩu lấy ra khỏi ngăn và đưa vào côngtenơ, ở đây chúng được giữ trong 6 giờ. Sau đó người ta xếp các cấu kiện lên xe tự hành để đưa vào kho sản phẩm.



Hình III.6. Mặt bằng và các mặt cắt một nhịp của tòa nhà chính trong khu liên hợp xây dựng nhà tấm lớn công suất 140 nghìn m² diện tích sử dụng trong một năm: a) Mặt bằng; b) Mặt cắt 1-1; c) Mặt cắt 2-2;

1- cần trục cầu; 2 - dầm móc cẩu; 3 - băng tải; 4 - máy rải bêtông kiểu consơn; 5, 7 ,9 - các máy tháo khuôn; 10 - thiết bị cassét; 11, 12- các bể để bảo dưỡng tiếp tục các panel; 13- bunker chứa phế phẩm; 14 - thiết bị để hoàn thiện các panel sàn.

4.2. NHÀ MÁY VỚI SƠ ĐỒ DÂY CHUYỀN TỔ HỢP

Dây chuyền tổ hợp thường gồm một số các vị trí riêng biệt. Trên các vị trí này người ta lần lượt thực hiện các thao tác công nghệ, chuẩn bị khuôn, đặt các khung cốt thép, tạo hình và gia công nhiệt ẩm các cấu kiện. Khuôn hay các mâm khuôn cùng với cấu kiện được di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác qua những khoảng thời gian không như nhau, cho nên đôi khi các vị trí riêng biệt lại trùng lặp, ở đó được thực hiện các thao tác kéo dài thời gian hơn.

Thí dụ, theo sơ đồ này người ta chế tạo các panel sàn với việc dùng các máy tạo hình CM - 563M và các thiết bị kiểu 5748 và 6669. Khi sử dụng máy tạo hình CM - 563M

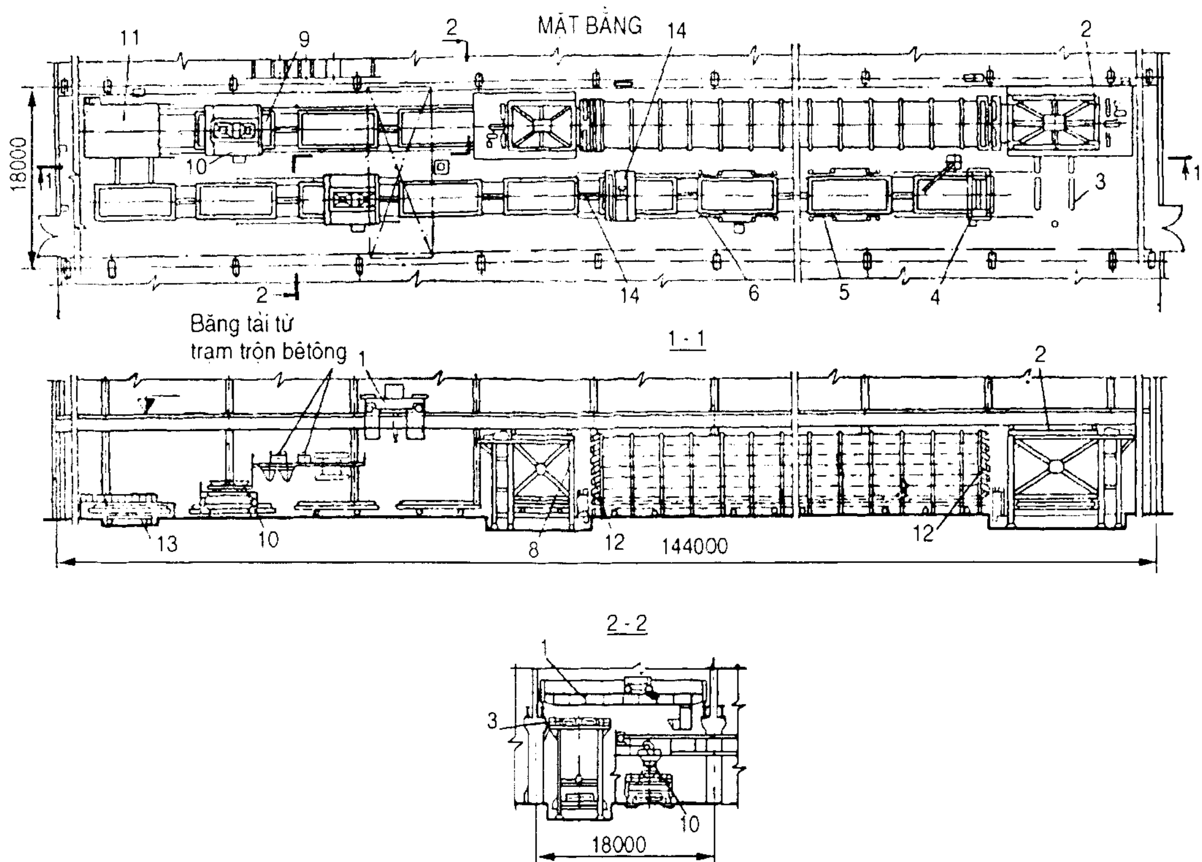
các panel sàn kích thước đến 6,4×1,8×0,22 với các lỗ rỗng hình trụ đường kính đến 156mm được chế tạo với phương pháp tháo khuôn nhanh. Khuôn cùng với cốt thép được cần cẩu đặt lên máy đặt khuôn với bộ phận nâng. Sau đó máy đặt khuôn đi vào chỗ bàn rung, bộ phận nâng của máy đặt khuôn hạ xuống, khuôn được đặt lên bàn rung, còn máy đặt khuôn trở về vị trí ban đầu để nhận khuôn tiếp theo. Lúc này máy rải bêtông cùng với các bộ phận tạo rỗng tiến vào khuôn. Bộ phận tạo rỗng cùng với hai thành dọc vừa tiến đến đầu mâm khuôn, thì thành ngang thứ nhất của khuôn được hạ xuống. Lúc này các lõi tạo rỗng đi qua thành ngang vào trong khuôn, đồng thời máy rải bêtông bắt đầu đổ lớp bêtông thứ nhất. Khi lõi tạo rỗng đến gần cuối của mâm khuôn thì thanh ngang thứ hai hạ xuống, các lõi tạo rỗng đi xuyên qua nó. Lúc này khuôn được lắp ghép hoàn toàn, bàn rung làm việc. Khi đổ xong lớp thứ nhất, máy rải bêtông đi ngược trở lại đổ lớp bêtông thứ hai. Sau khi đổ xong lớp thứ hai người ta lại cho bàn rung làm việc. Sau khi lớp bêtông được san phẳng người ta hạ tấm gia tải rung xuống và cho các vibrator của nó làm việc. Lúc này hỗn hợp bêtông được lèn chặt đồng thời bởi bàn rung và tấm gia tải. Sau khi bêtông được lèn chặt, tấm gia tải được nâng lên. Đồng thời các lõi tạo rỗng và hai thành dọc của khuôn được rút ra. Khi các lõi rỗng vừa ra khỏi thành ngang thứ hai, nó được nâng lên. Khi các lõi tạo rỗng cùng với hai thành dọc ra khỏi thành ngang thứ nhất, thành này cũng được nâng lên, cấu kiện được giải phóng hoàn toàn khỏi các thành khuôn. Mâm khuôn cùng với cấu kiện được cần cẩu đưa đến nơi gia công nhiệt. Tiếp theo chu trình lại được lặp lại.

4.3. SẢN XUẤT CÁC CẤU KIỆN THEO SƠ ĐỒ LIÊN TỤC

Trên tuyến dây chuyền liên tục toàn bộ quá trình chế tạo cấu kiện được chia ra thành các thao tác công nghệ riêng biệt, chúng được thực hiện trên các vị trí chuyên môn trong những thời gian gần như nhau, nhờ đó đảm bảo được nhịp độ làm việc cưỡng bức duy nhất của băng chuyền; khuôn cùng với cấu kiện được di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác bằng các thiết bị truyền động đặc biệt. Công nghệ băng chuyền là công nghệ có triển vọng hơn cả trong sản xuất các cấu kiện bêtông nhẹ. Theo công nghệ băng chuyền người ta chế tạo các tấm panel tường ngoài, các tấm mái trong liên hợp xây dựng nhà tấm lớn công suất 140 nghìn m^2 diện tích sử dụng/năm.

Người ta sản xuất các tấm panel tường ngoài một lớp từ bêtông nhẹ các mác 50 và 75, các tấm panel mái chống lạnh và nóng từ bêtông nhẹ mác 35 trên tuyến băng chuyền với bể dưỡng hộ nhiều tầng, tuyến này được đặt trong một nhịp nhà của tòa nhà chính. Mặt bằng và các mặt cắt của nhịp được mô tả trên hình III.7. Băng chuyền là một tuyến khép kín, gồm hai dòng. Trong dòng thứ nhất sắp đặt 10 vị trí tạo hình, trong dòng thứ hai - ba vị trí tạo hình, máy nâng, buồng dưỡng hộ nhiều tầng và máy hạ. Trong thành phần của tuyến băng chuyền có các thiết bị sau đây: thiết bị để đóng và mở các thành khuôn,

dẫn động của các vị trí kỹ thuật để di chuyển khuôn từ vị trí này sang vị trí khác, xe cầu điện để chuyển khuôn từ dòng này sang dòng kia, thiết bị để nâng khuôn cùng cấu kiện và đẩy chúng vào buồng dưỡng hộ, thiết bị hạ để tiếp nhận khuôn cùng cấu kiện từ buồng dưỡng hộ đi ra và đặt chúng lên các thiết bị chuyển tiếp. Trên tuyến người ta đặt các thiết bị để đổ bêtông, chấn động và là nhẵn bêtông, để hoàn thiện và lấy các cấu kiện ra khỏi khuôn: máy lật, hai máy đổ bêtông, bàn rung với dao động có hướng nằm ngang với tải trọng 20 T, máy mài và trám các bọt rỗng trên bề mặt của cấu kiện, máy rải các hỗn hợp bêtông, vữa và các vật liệu trang trí, các cần trục con sơn. Trên tuyến các cấu kiện được tạo hình trên các mâm khuôn định hình 7,2 × 3,1m. Mâm khuôn có các trang bị dự phòng, để khi cần người ta lắp thêm vào chúng các trang bị làm việc khác để tạo hình các loại cấu kiện khác. Trên mỗi một vị trí tạo hình của tuyến được gắn với một số công nhân nhất định và khối lượng công tác mà họ phải hoàn thành. Thời gian hoàn thành công tác trên mỗi một vị trí của tuyến tạo hình là 20 phút.



Hình III.7. *Mặt bằng và các mặt cắt của một nhịp nhà trong tòa nhà chính của liên hợp sản xuất nhà công suất 140 nghìn m² diện tích sử dụng trong một năm: a) Mặt bằng; b) Mặt cắt; c) Mặt cắt 2 -2:*

1- cần trục cầu; 2- thiết bị hạ; 3 - xe cầu điện; 4- máy lật; 5- thiết bị để mở các thành khuôn; 6- thiết bị để đóng các thành khuôn; 7- dẫn động của các vị trí công nghệ; 8 - máy nâng; 9 - bàn rung dao động cộng hưởng; 10 - máy đổ bêtông; 11- máy trát hoàn thiện; 12 - thiết bị của buồng gia công nhiệt nhiều tầng; 13- ray nâng; 14- máy đổ bêtông.

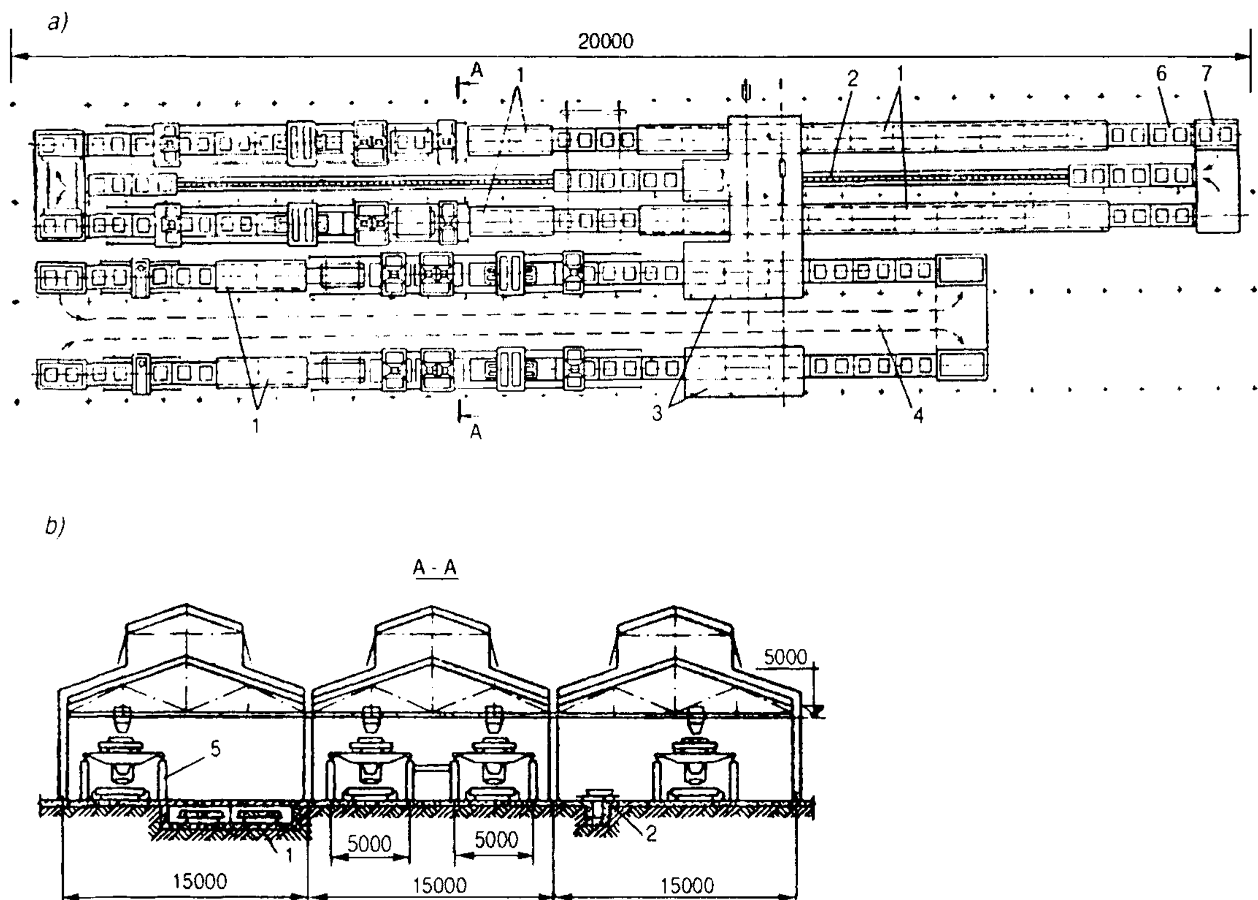
Khuôn cùng với cấu kiện đã tạo hình xong ra khỏi băng chuyền được máy nâng đưa vào một đợt của buồng nhiều tầng. Buồng nhiều tầng để gia công nhiệt gồm bảy đợt đặt chồng lên nhau, ở hai đầu của mỗi đợt có cửa đóng kín, được mở ra bởi máy nâng hay máy hạ khi đưa khuôn - vagông vào hay lấy nó ra. Sau khi chất đầy một đợt của buồng bởi sáu khuôn và đóng kín các cửa của nó, bắt đầu quá trình gia công nhiệt ẩm các cấu kiện bêtông nhẹ bằng hơi nước theo chế độ 3,5 + 7 + 2 ở nhiệt độ 90°C. Tiếp theo người ta lại chất tải và dỡ tải của đợt khác. Sau khi kết thúc quá trình gia công nhiệt ẩm khuôn - vagông cùng với cấu kiện đã nguội được lấy ra khỏi đợt bằng máy hạ, thay chỗ nó máy nâng lại đưa khuôn cùng với cấu kiện mới vào, nó đẩy các khuôn đang ở trong đợt đi một bước. Khuôn cùng với cấu kiện từ máy hạ đi sang bộ phận chuyển tiếp và sau đó đến vị trí N^o1 của tuyến tạo hình, ở đây mặt trong của panel tường ngoài được máy trám trét kín các lỗ rỗng. Sau khi đặt các cấu kiện đồ gỗ ở các vị trí N^o2 và 3 các cấu kiện bêtông được đưa đến: panel mái - vào vùng tĩnh định, các panel tường ngoài - sang xe chuyển tiếp của tuyến hoàn thiện, được đặt ở nhịp khác của xưởng. Trên tuyến hoàn thiện cấu kiện bêtông đi qua các vị trí rửa ướt, trám kín (bịt kín) các khuyết tật, đặt tấm chắn nước kim loại và các bậu cửa sổ, sau đó chúng được đề mác và đưa vào kho sản phẩm.

Dưới đây là các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cơ bản của tuyến băng chuyền này:

Sản lượng hàng năm, m^3:	45467
Trong đó:	
Panel tường ngoài:	
Tường tầng một:	4580
Tường các tầng khác:	27992
Lan can:	1190
Panel mái chống nóng (chống lạnh):	11705
Nhu cầu hàng năm về vật liệu:	
Bêtông nhẹ, m^3:	42399
Bêtông mầu, m^3:	3630
Cốt thép, T:	750,8
Chế độ làm việc:	
Số ngày làm việc trong năm:	259
Số ca trong ngày:	2
Hệ số sử dụng thiết bị:	0,954
Số người làm việc, người:	50
Trong đó số công nhân sản xuất:	48
Công suất của các động cơ điện, kW:	363,5
Khối lượng của thiết bị công nghệ, T:	753,5
Trong số đó của khuôn, T:	439,8

Trong liên hợp sản xuất các cấu kiện bêtông cốt thép N^{0}2 ở Maxcơva Nga người ta chế tạo các cấu kiện từ bêtông kêrămzít.

Xưởng sản xuất các panel bêtông kêrămzít của liên hợp - một trong những xí nghiệp cơ giới hóa lớn nhất của Nga. Công suất của liên hợp theo sản lượng bêtông kê răm zít chiếm 700 nghìn m^2 diện tích nhà ở một năm. Liên hợp sản xuất các panel bêtông kêrămzít chịu lực của tường ngoài và tường trong. Điểm đặc biệt của công nghệ chế tạo các cấu kiện bêtông nhẹ ở liên hợp này là dùng phương pháp tháo khuôn ngay của các cấu kiện. Trong các tuyến băng chuyền chế tạo các cấu kiện bêtông nhẹ, khuôn chiếm 60 - 70% dung lượng kim loại của thiết bị công nghệ, trong số đó các trang bị của thành khuôn chiếm 30 - 40%. Phương pháp tháo khuôn nhanh cho phép giảm dung lượng thép của thiết bị công nghệ đi 30 - 35% và chi phí cho việc duy trì thiết bị. Trong ba nhịp nhà của xưởng tạo hình người ta lắp đặt bốn tuyến băng chuyền với các buồng gia công nhiệt nhiều tầng. Hai tuyến có các bể dưỡng hộ ở dưới nền nhà và hệ thống đường ray đuổi nhau để vận chuyển các khuôn - va gông và thực hiện các thao tác chuẩn bị, còn ở hai tuyến khác các buồng nhiều tầng được đặt dưới mặt nền giữa các công đoạn tạo hình. Diện tích trên các buồng được dùng làm đường vận chuyển và để chứa các vật liệu bổ sung.



Hình III.8. Mặt bằng và mặt cắt của nhà xưởng chính nhà máy KCBTCT ở Maxcơva: a) Mặt bằng; b) Mặt cắt A - A:

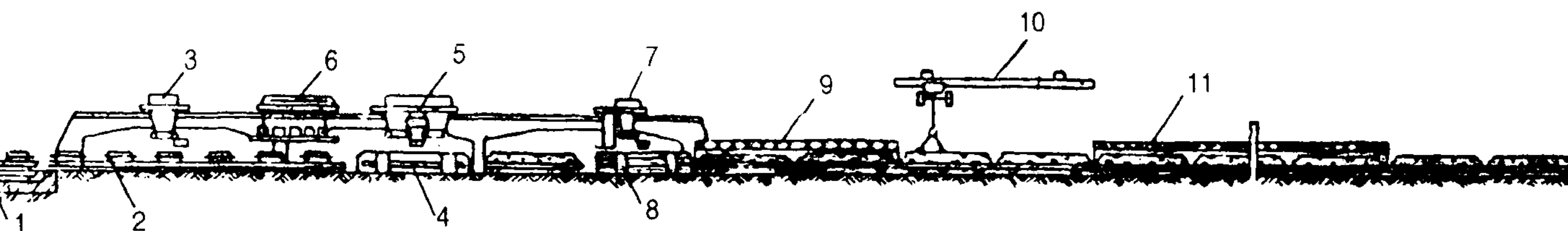
1- buồng gia công nhiệt nhiều tầng; 2- đường ray đuổi nhau; 3- diện tích để dự trữ các khung cốt thép; 4- đường đi; 5- cầu cạn; 6- mâm khuôn va gông; 7- xe cầu điện.

Trên ba tuyến người ta chế tạo các panel tường cho 1 - 2 phòng (5 - 10 kích cỡ trên mỗi tuyến) bằng phương pháp tháo khuôn nhanh từ bêtông kêrămzít với cốt liệu nhỏ - tro của các nhà máy nhiệt điện. Người ta tạo hình các cấu kiện với mặt diện (mặt tiền) xuống dưới, được ốp bằng cêramíc hay các tấm thủy tinh.

Trên tuyến (hình III.8) người ta sử dụng 32 mâm khuôn vagông, được trang bị các bộ phận tạo ô cửa và mặt chính diện. Người ta sử dụng khung cốt thép. Các hỗn hợp bêtông và vữa được đổ bằng các máy đổ bêtông, được trang bị bộ phận làm việc - phễu quay. Hỗn hợp bêtông kêrămzí được lèn chặt trên bàn rung với tấm gia tải rung. Máy đổ bêtông, máy rải vữa, tấm gia tải và các cơ cấu hoàn thiện di chuyển trên cầu cạn, tạo hình trên hai vị trí: ở một vị trí người ta đổ bêtông và lèn chặt nó và tháo các thành khuôn, ở vị trí kia - gia công lớp hoàn thiện trên cùng.

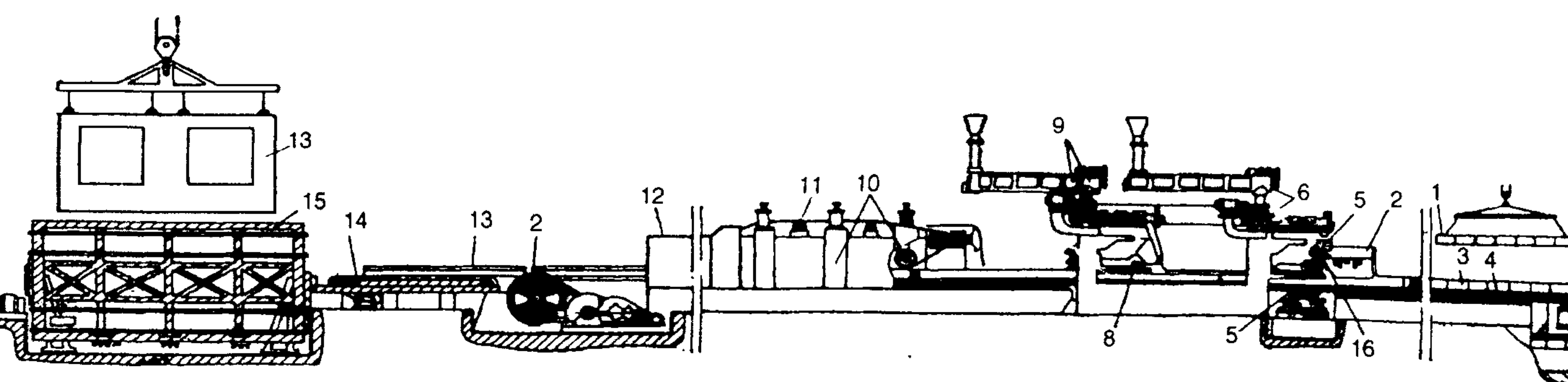
Vị trí tiếp theo là buồng gia công nhiệt ẩm sơ bộ, ở đây các cấu kiện được đốt nóng ở nhiệt độ 50 - 60°C trong thời gian 1 giờ. Ở các vị trí tiếp theo người ta thực hiện các thao tác hoàn thiện: đặt các khuôn cửa sổ và hoàn thiện các hèm cửa. Các blốc cửa sổ được lắp chắc vào các ô cửa của panel trong quá trình tạo hình. Người ta gia công nhiệt các tấm panel tường trong buồng dưỡng hộ nhiều tầng, được trang bị các bộ phận đốt nóng bằng điện ở nhiệt độ 120-130°C trong 6-8 giờ. Ở các vị trí còn lại của tuyến tạo hình người ta làm sạch khuôn, lau dầu và lắp ghép, đặt cốt thép và các chi tiết chờ. Sau khi kết thúc quá trình gia công nhiệt người ta lấy cấu kiện ra khỏi mâm khuôn và đưa sang vị trí kiểm tra chất lượng sản phẩm (KCS).

Các tuyến băng chuyền chúng ta vừa xem xét ở trên theo nguyên tắc vận hành là các tuyến băng chuyền vận hành theo nhịp xung động, bởi vì khuôn được dừng lại trên tất cả các vị trí trong những khoảng thời gian đã định như nhau (nhịp độ làm việc cưỡng bức). Với mức độ cao của dây chuyền liên tục là băng chuyền sản xuất vận hành liên tục. Trên tuyến dây chuyền liên tục kiểu này tất các thao tác công nghệ - tạo hình, hoàn thiện, gia công nhiệt ẩm - đều được thực hiện trên băng, chuyển động với tốc độ không đổi. Tất cả tổ hợp thiết bị đều được đặt trên băng chuyển động. Các xí nghiệp làm việc theo nguyên tắc này, đều được trang bị máy cán BPS - 6 theo kết cấu của SKB "Prôkátđêtal". Trên các máy này người ta sản xuất các tấm panel tường từ bêtông nhẹ dùng cốt liệu rỗng với khối lượng thể tích từ 800 đến 1400kg/m^3 dùng cho các nhà tấm lớn. Người ta tạo hình các tấm panel trên băng phẳng chuyển động liên tục, băng này gồm các mắt xích dạng tấm, liên kết động với nhau trên ba xích kéo. Các kích thước biên của cấu kiện và các khuôn khác nhau được xác định bởi các trang bị đặc biệt trên các mắt xích của băng tạo hình. Chấn động của đoạn hẹp chuyển động liên tục của băng tạo hình đảm bảo sự lèn chặt mạnh cho hỗn hợp bêtông kêrămzít. Người ta tiến hành gia công nhiệt ẩm cho các cấu kiện vừa được tạo hình xong trực tiếp trên băng tạo hình. Người ta đốt nóng mặt dưới của băng bằng hơi nước ở nhiệt độ 105 - 120°C. Nhiệt độ của cấu kiện đạt 95 - 100°C. Trong thời gian bị đốt nóng từ bên dưới, ở mặt trên của nó người ta phủ bằng băng cao su, ở hai bên bởi các trang bị thành. Thời gian của quá trình gia công nhiệt kéo dài 3,5 - 4 giờ. Sau khi kết thúc quá trình gia công nhiệt các cấu kiện đi ra đoạn để hở của băng tạo hình, chúng được làm nguội và đi vào kho sản phẩm.



9. Tuyến băng chuyền để chế tạo các tấm panel tường bằng bêtông kêrămzít tháo khuôn ngay của nhà máy KCBTCT N

ện; 2- mâm khuông -vagông; 3- máy đổ vữa; 4- thiết bị để tạo hình và tháo khuôn ngay; 5- máy đổ bêtông; 6- máy rung; 7- máy đ
đĩa là; 8- trang bị thành cho lớp trên cùng; 9- buồng gia công nhiệt; 10- cần trục consơn; 11- buồng gia công nhiệt nhiều tầng



***Hình III.10**. Sơ đồ công nghệ của máy BPS -6*

hung cốt thép; 2- trang bị thành (dầm phân cách); 3- trang bị thành; 4- mắt xích của băng tạo hình; 5- thiết bị rung lèn; 6- máy trộn
và máy trộn vít xoắn để trộn hỗn hợp bêtông kêrămzít; 7- máy rải lớp vữa trang trí; 8- thiết bị trang phẳng; 9- máy trộn vữa trang
m gia tải nhiệt; 11- băng phủ trên; 12- buồng gia công nhiệt; 13- cấu kiện đã được chế tạo; 14- các con lăn; 15- máy lật; 16- máy c

Các tấm panel được tạo hình trên máy cán, có thể có lớp vữa trang trí bên ngoài, nó được trát lên bề mặt của cấu kiện trong khi tạo hình trên băng đang chuyển động. Trên máy cán BPS -6 có thể tạo hình được các cấu kiện với bề dày từ 10 đến 35cm. Năng suất của máy này đạt 250 nghìn panel bêtông kêrămzít trong một năm.

Trên cơ sở của phương pháp rung cán có thể giải quyết được vấn đề tự động hóa sản xuất hàng loạt các tấm panel tường ngoài bao che dùng cho xây dựng các tòa nhà dân dụng và công nghiệp, cũng như các kết cấu chịu lực từ bêtông nhẹ. Trên hình III.10 mô tả máy rung cán BPS - 6. Thông thường trong tòa nhà sản xuất chính người ta lắp đặt hai máy rung cán. Cũng chính trong xưởng ấy người ta còn lắp đặt băng chuyền để tổ hợp các cấu kiện đồ gỗ cho các panel bêtông cốt thép và hoàn thiện chúng.

Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của sản xuất và các số liệu thiết kế cho chúng ta cơ sở để cho rằng, các liên hợp xây dựng nhà trên cơ sở sử dụng rung cán để sản xuất các cấu kiện bêtông nhẹ có thể trở thành các xí nghiệp công nghiệp sản xuất các cấu kiện bêtông cốt thép hiện đại hơn cả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Роговой М.И. *Технология искуственных пористых заполнителей и керамики.* Москва, Стройиздат, 1974.
2. Сизов В.Н., Киров С.А, Попов Л.Н, Свечин Н.В. *Технология бетонных и железобетонных изделий.* Москва, "Высшая школа", 1972.
3. Онацкий С.П. *Производство керамзита.* Москва Стройиздат 1971.
4. Элинзон М.П. *Производство искусственных пористых заполнителей.* Москва Стройиздат, 1975.
5. Баженов Ю. М. *Технология бетона.* Издательство Ассоциации строительных вузов, Москва 2001.
6. Vũ Minh Đức. *Công nghệ gốm xây dựng.* Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội - 1999.
7. Bạch Đình Thiên. *Công nghệ thủy tinh xây dựng.* Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội - 2004.
8. Viện sĩ. GS. TSKH IU. M. Bazenov, Bạch Đình Thiên, Trần Ngọc Tính. *Công nghệ bê tông.* Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội - 2004.
9. Nguyễn Như Quý. *Công nghệ vật liệu cách nhiệt.* Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội - 2002.
10. Bộ Xây dựng. *Giáo trình vật liệu xây dựng.* Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội - 2004.
11. Nguyễn Văn Phiêu, Nguyễn Thiên Ruệ, Trần Ngọc Tính. *Công nghệ bê tông xi măng II.* Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội - 2002.

MỤC LỤC

Trang

Phần I
BÊTÔNG XỐP VÀ SILICÁT XỐP

Phần II

CỐT LIỆU RỖNG DÙNG CHO BÊTÔNG NHẸ

Phần III

BÊTÔNG NHẸ DÙNG CỐT LIỆU RỖNG

CÔNG NGHỆ
BÊ TÔNG NHẸ

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản :

TRỊNH XUÂN SƠN

Biên tập : TRẦN CƯỜNG

TẠ HẢI PHONG

Chế bản điện tử : ĐINH THỊ PHƯỢNG

Sửa bản in : TẠ HẢI PHONG

Trình bày bìa : VŨ BÌNH MINH